

SONY CORTESE CANEPARO

Metodologia para Restituição de Imagens  
Landsat num Instrumento Analítico  
*[Zeiss-Planicom]*, Aplicada ao  
Mapeamento de Sedimentos do Litoral  
Norte do Estado do Paraná

Universidade Federal do Paraná — Setor  
de Tecnologia — Departamento de  
Geociências. Curso de Pós-Graduação  
em Ciências Geodésicas.

CURITIBA - PARANÁ

1983

METODOLOGIA PARA RESTITUIÇÃO DE IMAGENS LANDSAT  
NUM INSTRUMENTO ANALÍTICO (ZEISS - PLANICOMP),  
APLICADA AO MAPEAMENTO DE SEDIMENTOS DO LITORAL  
NORTE DO ESTADO DO PARANÁ

D I S S E R T A Ç Ã O

Apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodé-  
sicas da Universidade Federal do Paraná, como parte dos requi-  
sitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências

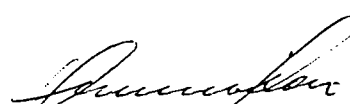
p o r

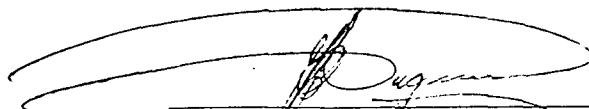
SONY CORTESE CANEPARO  
Geógrafa

Universidade Federal do Paraná  
1983

BANCA EXAMINADORA

  
Dr. HANS PETER BAHR-Orientador

  
Dr. ALBERTO PIO FIORI-Co-orientador

  
Dr. JOÃO BOSCO LUGNANI

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Ing. habil Hans-Peter Bähr, pela orientação firme e constante, mas, sobretudo pela compreensão e pelo apoio oferecidos durante o desenvolvimento desta dissertação.

Ao professor Dr. Alberto Pio Fiori, pela colaboração e sugestões na elaboração final do trabalho.

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação, que muito contribuíram para o aperfeiçoamento de nossos conhecimentos.

A minha família pelo seu apoio e compreensão em todos os momentos.

A Danusia W. Santin, pela datilografia do texto.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o êxito deste trabalho.

## S U M Á R I O

	pg
LISTA DE SIGLAS.....	vii
SINOPSE.....	viii
SYNOPSIS.....	ix

### CAPÍTULO I

#### INTRODUÇÃO GERAL, OBJETIVOS E MÉTODOS

1.1	INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.2	OBJETIVOS.....	2
1.3	MÉTODOS DE TRABALHO.....	3

### CAPÍTULO II

#### PLANICOMP C-100

2.1	COMPARAÇÃO GERAL DOS INSTRUMENTOS CLÁSSICOS E ANALÍTICOS.....	6
2.1.1	CONFIGURAÇÃO GERAL DOS INSTRUMENTOS ANALÍTICOS...	12
2.2	CONFIGURAÇÃO GERAL DO SISTEMA PLANICOMP C-100....	15
2.2.1	UNIDADE ÓTICO-MECÂNICA.....	17
2.2.2	PAINEL DE CONTROLE FOTOGRAMÉTRICO.....	20
2.2.3	UNIDADE DE CONTROLE ELETRÔNICO.....	27
2.2.4	COMPUTADOR.....	28
2.2.5	TERMINAL E IMPRESSORA.....	29
2.2.6	MESA DE DESENHO.....	31



	pg
2.2.7 PROGRAMAS ("SOFTWARE").....	37
2.2.7.1 PROGRAMAS OPERACIONAIS.....	37
2.2.7.2 PROGRAMAS DE SERVIÇO.....	38
2.2.7.3 PROGRAMAS ESPECIAIS.....	42

### CAPÍTULO III

#### A IMAGEM MSS DO LANDSAT

3.1 SISTEMA LANDSAT.....	44
3.1.1 SISTEMA IMAGEADOR MULTIESPECTRAL MSS.....	45
3.1.2 FORMAÇÃO DO "PIXEL".....	46
3.1.3 FORMAÇÃO DE IMAGEM.....	47
3.1.4 CORREÇÕES DEVIDO AS DISTORÇÕES GEOMÉTRICAS DAS IMAGENS LANDSAT.....	48
3.1.5 RECEPÇÃO E GRAVAÇÃO DOS DADOS.....	49
3.2 CARACTERÍSTICAS ORBITAIS DO LANDSAT.....	50
3.3 PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO DA IMAGEM UTILIZADA NA PESQUISA.....	52

### CAPÍTULO IV

#### PROCESSAMENTO DE IMAGENS DO LANDSAT NO PLANICOMP C-100

4.1 INTRODUÇÃO.....	58
4.2 MATERIAL UTILIZADO NA PESQUISA.....	58
4.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS A SEREM INTRODUZIDOS NO PLANICOMP PARA A ORIENTAÇÃO DAS IMAGENS.....	62
4.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	62
4.3.1.1 CONCEITOS DE ORIENTAÇÃO.....	63
4.3.2 PARÂMETROS PARA ORIENTAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT MSS NO PLANICOMP C-100.....	65

		pg
4.3.3	METODOLOGIA DE ORIENTAÇÃO.....	73
4.3.4	MODELO FORMADO.....	86
4.4	A RESTITUIÇÃO.....	89

## CAPÍTULO V

### INTERPPETAÇÃO DA ÁREA TESTE ATRAVÉS DA IMAGEM LANDSAT NOS CANAIS 5 E 7

5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	96
5.2	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA TESTE NO ESTADO DO PARANÁ....	98
5.3	RAZÕES DA ESCOLHA DA ÁREA PARA DELIMITAÇÃO DOS SE- DIMENTOS.....	99
5.4	MATERIAL UTILIZADO NA FASE DE INTERPRETAÇÃO DOS SEDIMENTOS DA ÁREA TESTE.....	99
5.5	CONSIDERAÇÕES GEOGRÁFICAS GERAIS DA ÁREA.....	100
5.6	CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DE INTERESSE NA IMA- GEM.....	102
5.7	PROCEDIMENTOS DE INTERPRETAÇÃO PARA O MAPEAMENTO DOS SEDIMENTOS.....	104
5.8	COMPARAÇÃO DO MAPA ELABORADO A PARTIR DA IMAGEM LANDSAT MSS NOS CANAIS 5 E 7, COM CARTAS GEOLÓGI- CAS E TOPOGRÁFICAS ELABORADAS A PARTIR DE FOTOGRA- FIAS AÉREAS CONVENCIONAIS.....	105

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSÕES

6.1	RESUMO GERAL.....	117
6.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	120
	NOTAS DE REFERÊNCIA.....	128
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130

## LISTA DE SIGLAS

- ERTS - Earth Resources Technology Satellite
- RBV - Return Beam Vidicon
- MSS - Multispectral Scanner
- INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais
- HDDT - High Density Digital Tape
- CCT - Computer Compatible Tape
- CCGP - Comissão da Carta Geológica do Paraná
- DSG - Diretoria do Serviço Geográfico do Exército-  
Brasil
- UTM - Universal Transverse Mercator

## S I N O P S E

Com maior freqüência torna-se necessário lançar mão dos mais diversos recursos para aprofundar os conhecimentos humanos, a fim de abrir novas portas ao desenvolvimento da ciência. Razão esta que, para tema central deste trabalho, foram escolhidas as imagens do satélite Landsat MSS. Um recurso extraordinário que, no Brasil, ainda não é aproveitado em toda sua potencialidade, embora tendo tal recurso à disposição desde 1973.

Até o presente momento, não se tem notícias da transformação direta das imagens Landsat em mapas convencionais aplicando os métodos rigorosos da fotogrametria analítica, tendo sido usados somente métodos digitais e analógicos.

Para utilizá-las foi desenvolvida uma metodologia de orientação, com o objetivo de formar modelos fictícios para posterior restituição por meio de um estereorestituidor analítico o Planicomp G-100 que por sua vez desempenhará uma nova função.

O mapeamento temático final versará sobre a distribuição de sedimentos no litoral norte do Paraná (Brasil), pois esta é uma região de intensa sedimentação e constitui o único acesso às baías do Estado, justificando-se o grande interesse no estudo da área.

## S Y N O P S I S

Frequently becomes necessary to get several ways to deep human knowledge, in order to open new doors to the development of science. An extraordinary way, that was not yet used in all its potenciality here in Brazil, although having such way disponible since 1973, is the Landsat MSS images.

Up to now nothing is known of possible direct transformation of landsat images into conventional map, applying digital and analog methods.

For this purpose an orientation methodology, was developed to form "models" for posterior restitution by means of an analytical plotter, the Zeiss Planicomp C-100, which thus will perform a new function.

The final thematic mapping deals with sediment distribution for the northern coast of Paraná, Brazil, because this is a region of intense sedimentation and the unique access to the principal bay of the state, thus resulting in large interest for this area.

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO GERAL, OBJETIVOS E MÉTODOS

#### 1.1 INTRODUÇÃO GERAL

Esta pesquisa visa, a partir de imagens do Landsat MSS em vários canais, mapear os sedimentos do litoral norte do Estado do Paraná, através de métodos rigorosos da fotogrametria convencional.

No Brasil, na maioria das vezes, estas imagens são traçadas qualitativamente, isto é, não é aproveitada toda riqueza de informações que ela pode fornecer. Dia a dia torna-se mais necessário o uso deste recurso para a retirada de informações, não só qualitativa como quantitativa, ou seja, informações geométricas e semânticas confiáveis e precisas sobre a superfície terrestre.

Este trabalho desenvolver-se-á com dupla finalidade, pois além de fornecer dados sobre a eficiência das imagens Landsat para a avaliação dos sedimentos, será utilizado para a restituição o Planicomp C-100, que é um instrumento fotogramétrico analítico, destinado a operar com fotografias aéreas convencionais.

Como as imagens satélite são diferentes das fotos clássicas, será desenvolvida uma nova metodologia de orientação pa

ra formação de modelos estereoscópicos, que se adapte aproximadamente às condições destas, bem como às do Planicomp C-100.

Cabe aqui ressaltar, também, a importância do estudo sedimentológico no litoral norte do Estado, uma vez que tal região é limitada a oeste pela Serra do Mar, responsável pelas nascentes dos rios da bacia leste paranaense, as quais transportam grande carga sedimentar às baías do Estado. A distribuição dos sedimentos marinhos também possibilita avaliar profundidade do mar e a direção das correntes, uma vez que grande parte da imagem abrange o mar.

## 1.2 OBJETIVOS

### a. Geral

Estabelecer um método de orientação interior, relativa e absoluta no Planicomp, com imagens Landsat na escala 1:1.000.000, para posterior mapeamento dos sedimentos do litoral norte do Estado do Paraná.

### b. Específicos

Desenvolver técnicas de orientação interior, relativa e absoluta no Planicomp com imagens Landsat.

Estabelecer uma escala adequada à restituição.

Formar um modelo fictício.

Orientar a mesa de desenho do Planicomp para mapeamento dos sedimentos.

Estabelecer uma metodologia de interpretação para os se  
dimentos.

Avaliar a ocorrência dos sedimentos no litoral norte do  
Estado do Paraná.

Avaliar a precisão geométrica das imagens Landsat em re  
lação às cartas existentes.

Avaliar os erros carta-imagem.

Possibilitar uma nova opção de uso para as imagens Lands  
sat.

Possibilitar uma nova opção de uso do Planicomp.

Motivar o estudo de novos métodos de orientação de ima-  
gens satélite em instrumentos analíticos.

### 1.3 MÉTODOS DE TRABALHO

Para realização deste trabalho, foram estabelecidas as  
seguintes etapas: trabalho de gabinete, confrontação de resul-  
tados e elaboração do conteúdo do trabalho.

#### TRABALHO DE GABINETE

Em primeiro lugar, foi delimitada a área de estudo le-  
vando-se em consideração:

- sua importância econômica e social;
- disponibilidade de obtenção de imagens Landsat MSS, nos  
canais adequados à restituição e estudo dos sedimentos;



- a existência de cartas para a retirada de pontos de controle de terreno, avaliação da restituição e delimitação dos sedimentos;
- disponibilidade de bibliografia de apoio.

Após esta primeira etapa foi feito um estágio no Plancomp C-100 da Universidade Federal do Paraná, a fim de adquirir conhecimento e prática em sistema analítico para orientação e restituição de diapositivos ou negativos de fotografias aéreas.

De posse destes conhecimentos prévios, foram estudados e delimitados os parâmetros para orientação e posterior restituição da área teste a partir de imagens Landsat, neste estereorestituidor analítico. A seguir, foram estabelecidos os pontos de controle nas cartas da Diretoria do Serviço do Exército na escala 1:50000 de 1970, levando-se em consideração a sua fácil identificação nas imagens.

Após as orientações foi feita a restituição propriamente dita da área, isto é, limites entre terra e mar e rios.

Na delimitação dos sedimentos, levou-se em consideração dois aspectos: padrões de tonalidade e textura da imagem.

#### CONFRONTAÇÃO DOS RESULTADOS

Efetuada a orientação absoluta, observou-se alguns resíduos que foram transformados em vetores para averiguar-se a eficiência geométrica de imagem.

Com a restituição completa da área teste foi possível

testar as orientações do diapositivo e da mesa de desenho por meio de uma carta da Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) na escala 1:100.000.

A avaliação da ocorrência dos sedimentos também permitiu avaliar a eficiência das imagens nos canais 5 e 7, por meio de cartas geológicas na escala 1:70.000.

### ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO

O conteúdo foi elaborado de maneira sistemática, começando-se pelo instrumental e material utilizados, para posteriormente desenvolver a metodologia proposta e atingir o objetivo final, que é o mapeamento.

No Capítulo II foi descrito o sistema Planicomp, levando-se sempre em consideração, a sua função de estereorestituidor analítico.

O Capítulo III exhibe o sistema Landsat, mais precisamente a geração e obtenção das imagens MSS.

O processamento das imagens Landsat no Planicomp, com várias etapas que devem ser percorridas a fim de atingir o "modelo" estereoscópico para restituição, é tratado no Capítulo IV.

A interpretação dos sedimentos e seu mapeamento são tratados no Capítulo V.

No último Capítulo, o VII, estão apresentadas as conclusões à respeito da pesquisa.

## CAPÍTULO II

### PLANICOMP C-100

#### 2.1 COMPARAÇÃO GERAL DOS INSTRUMENTOS CLÁSSICOS E ANALÍTICOS.

Simplificadamente podemos dizer que existem dois tipos básicos de aparelhos restituidores, com a função de reconstituição das feições e dimensões do terreno, por meio de desenhos e medidas, através de fotografias tomadas por câmaras aerofotogramétricas.

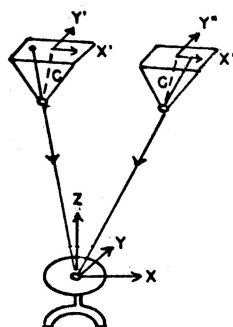
Os primeiros instrumentos concebidos foram os analógicos, que por sua vez dividem-se de acordo com o tipo de projeção em: óticos e mecânicos.

Com o advento e aperfeiçoamento dos computadores surgiram os instrumentos analíticos, substituindo as partes mecânicas por componentes digitais.

A seguir tem-se o esboço das soluções analógicas e analítica:

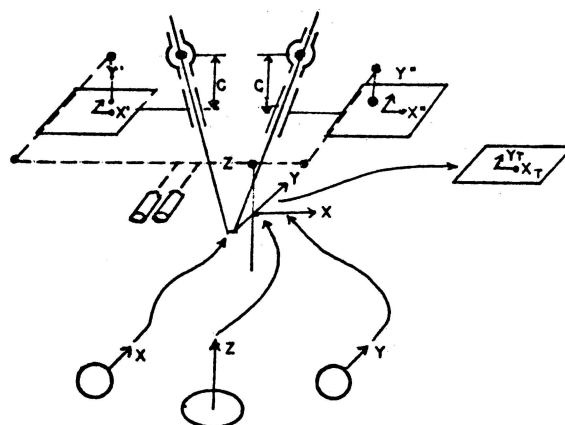
FIGURA I - Soluções analógicas e analítica  
(Ref. [1], pág. 39-40)

## SOLUÇÕES ANALÓGICAS



Projeção ótica: a imagem é projetada pelo sistema de lentes sobre a superfície de projeção (mesa traçadora), que pode ser movida nas direções X, Y e Z.

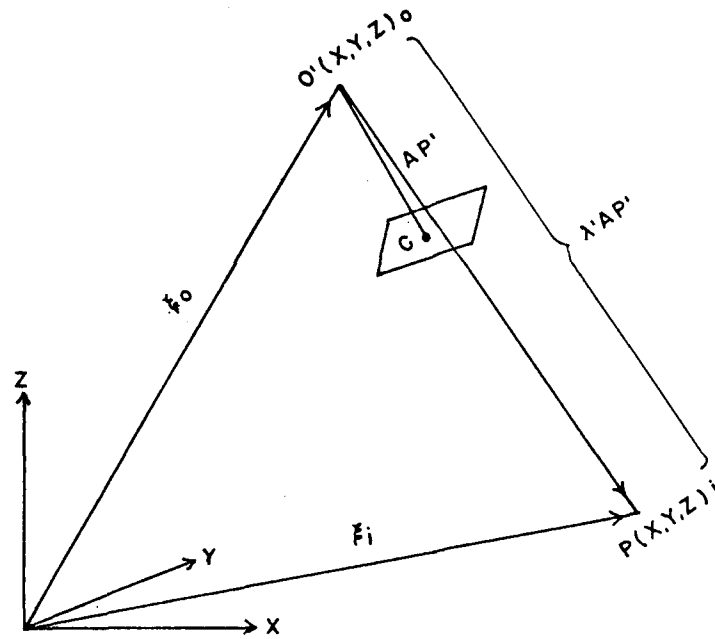
Instrumentos analógicos que utilizam projeção ótica: Multiplex, Balplex, Kelsh Plotter, Duplo Projektor, etc.



Projeção mecânica: utiliza um sistema de manivelas que move-se nas direções X e Y, e um disco-pedal em Z.

Instrumentos analógicos que utilizam projeção mecânica: Wild B8, Kern PG-2, Zeiss Planimat, etc.

## SOLUÇÃO ANALÍTICA



$$\xi_i = \xi_0 + \lambda AP'$$

$$\begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{vmatrix} + \lambda' A \begin{vmatrix} x' \\ y' \\ -c \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} x' \\ y' \\ -c \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x - x_0 \\ y - y_0 \\ z - z_0 \end{vmatrix} A^T \cdot \frac{1}{\lambda}$$

## EQUAÇÕES DE COLINEARIDADE

$$x' = -c \frac{a_{11}(x-x_0) + a_{12}(y-y_0) + a_{13}(z-z_0)}{a_{31}(x-x_0) + a_{32}(y-y_0) + a_{33}(z-z_0)}$$

$$y' = -c \frac{a_{21}(x-x_0) + a_{22}(y-y_0) + a_{23}(z-z_0)}{a_{31}(x-x_0) + a_{32}(y-y_0) + a_{33}(z-z_0)}$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \kappa \cos \phi & \sin \kappa \cos \omega & \sin \kappa \sin \omega \\ & -\cos \kappa \sin \phi \sin \omega & +\cos \kappa \sin \phi \cos \omega \\ -\sin \kappa \cos \phi & \cos \kappa \cos \omega & \cos \kappa \sin \omega \\ & -\sin \kappa \sin \phi \sin \omega & -\sin \kappa \sin \phi \cos \omega \\ -\sin \phi & -\cos \phi \sin \omega & \cos \phi \cos \omega \end{bmatrix}$$

$a_{11}$ - $a_{33}$  = são funções da orientação exterior dos elementos ,  
 $\phi$ ,  $\omega$  e  $\kappa$ .

$x'$   
 $y'$  = coordenadas da imagem

$x$   
 $y$  = coordenadas do espaço-objeto  
 $z$

$x_0$   
 $y_0$  = coordenadas do espaço-objeto do centro perspectivo  
 $z_0$

$c$  = constante da câmara.

COMPARAÇÃO GERAL ENTRE AS SOLUÇÕESANALÓGICAS

-A estéreo-restituição requer o uso de dois diapositivos ou negativos de fotografias aéreas com recobrimento lateral com restrições nas dimensões das imagens e na distância focal.

-Cada instrumento apresenta suas próprias restrições mecânicas para a distância focal (Zeiss Planimat 55mm - 308mm, WILD A10 85mm - 308mm, Kern PG 2 85mm - 213mm).

-O ponto principal é definido mecanicamente no instrumento pelas marcas fiduciais, que deverão coincidir com as marcas fiduciais das fotos. Torna-se necessária, então, a grande experiência do operador, pois é um processo difícil.

-É impossível reduzir os efeitos das distorções óticas, todavia, são mínimas ( $<5 \mu\text{m}$ ).

ANALÍTICAS

-A estéreo-restituição analítica requer o uso de dois diapositivos ou negativos de fotografias aéreas com recobrimento lateral.

-Não apresenta nenhuma restrição em virtude de utilizar soluções analíticas.

-O ponto principal é o ponto de origem do sistema de computação, sendo definido através das marcas fiduciais das fotos que vão ser medidas.

-Os parâmetros da distorção podem ser introduzidos facilmente nas equações de colinearidade.

ORIENTAÇÕES

-A orientação interior requer muita habilidade e paciência, pois é necessária a coincidência entre as marcas fiduciais do porta-placas e as da foto.

-A função da orientação relativa é recuperar a situação dos diapositivos no momento da tomada da foto. Para tal, são usados os 5 ou 6 pontos de "Von Gruber", representados pelos elementos  $\kappa_d, \kappa_e, \phi_d, \phi_e, \omega_d$ , com o objetivo de eliminar paralaxes verticais.

-Na orientação absoluta usa-se os movimentos  $\phi$  e  $\omega$  com a finalidade de nivelar o modelo em relação a um plano. Para estabelecer a escala é necessário no mínimo dois pontos com coordenadas conhecidas.

ORIENTAÇÕES

-A orientação interior, cuja finalidade é fazer com que o ponto principal do diapositivo coincida com o ponto principal do instrumento, em instrumentos analíticos, expressa-se por  $c, x_0, y_0$  e os parâmetros da distorção da mesma forma do momento de tomada das fotos.

-A orientação relativa é definida por 5 parâmetros ("graus de liberdade"):  $\phi, \omega, \kappa, b_z, b_y$  (valores calculados). O parâmetro  $b_x$  não é determinado aqui, pois a escala é obtida na orientação absoluta. Assim, já está formado o modelo.

-A orientação absoluta em instrumentos analíticos usa a transformação espacial de similaridade do modelo para o sistema de coordenadas do terreno: 3 rotações, 3 translações e um fator escala (7 graus de liberdade). Necessita no mínimo de 2 pontos de apoio, com coordenadas  $X, Y, Z$  conhecidas e um ponto com coordenada  $Z$  conhecida.



### 2.1.1 CONFIGURAÇÃO GERAL DOS INSTRUMENTOS ANALÍTICOS

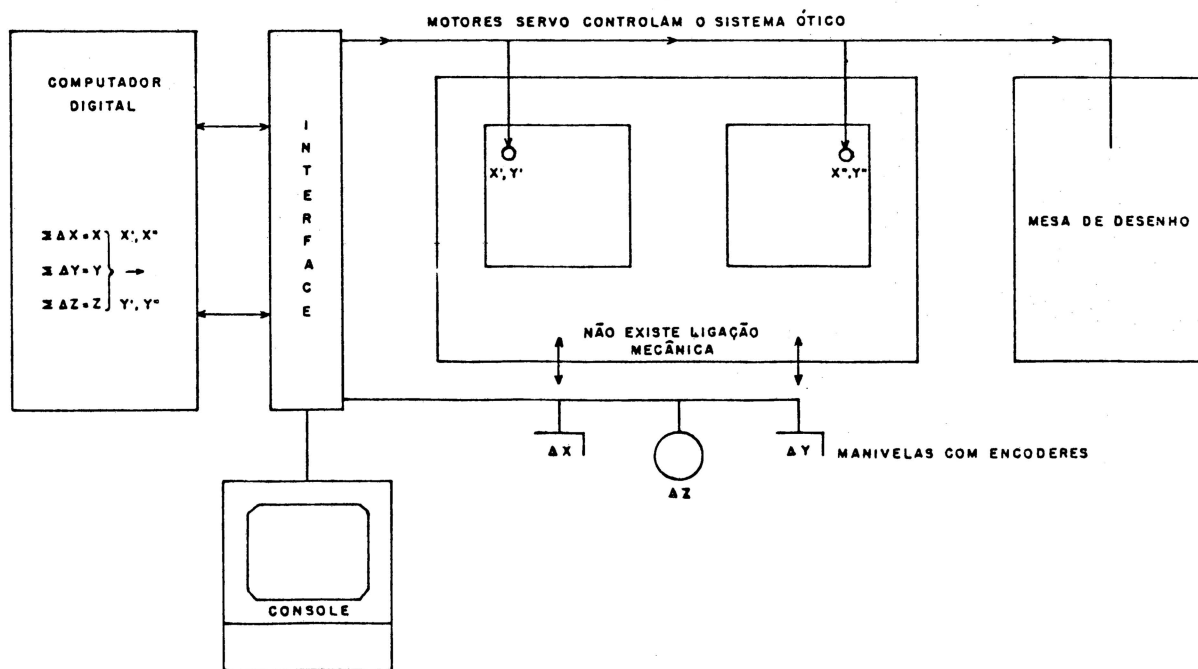
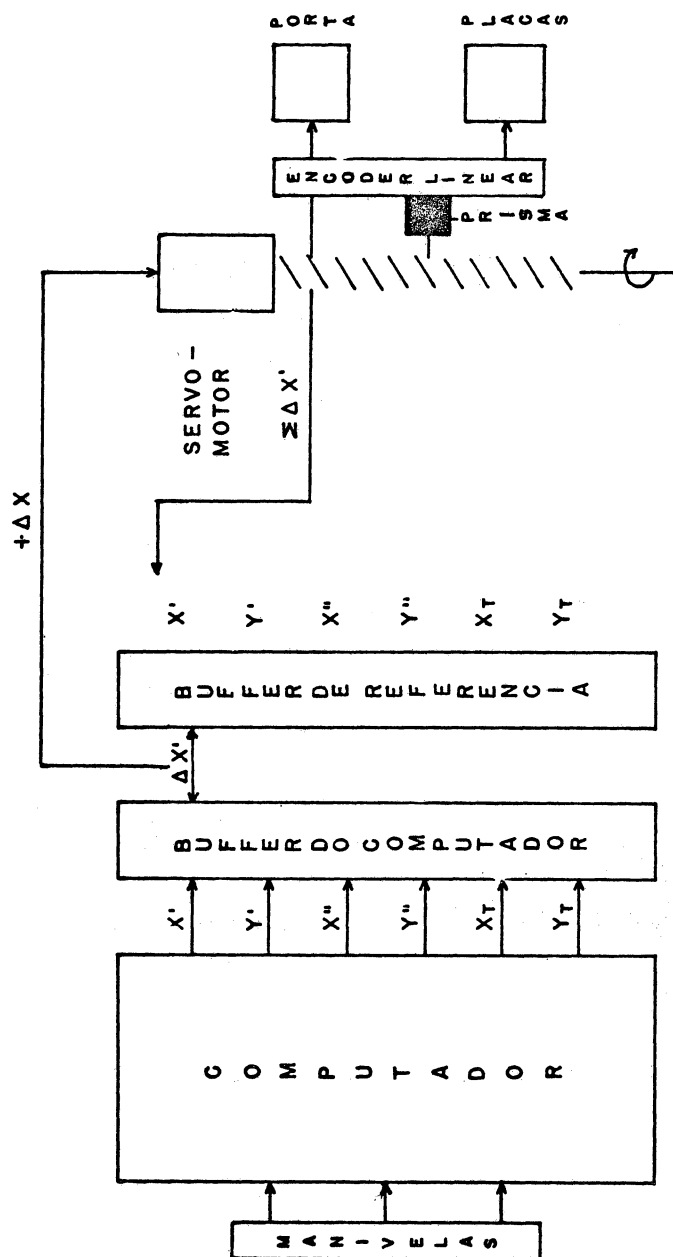


FIGURA II - Configuração geral dos instrumentos analíticos.

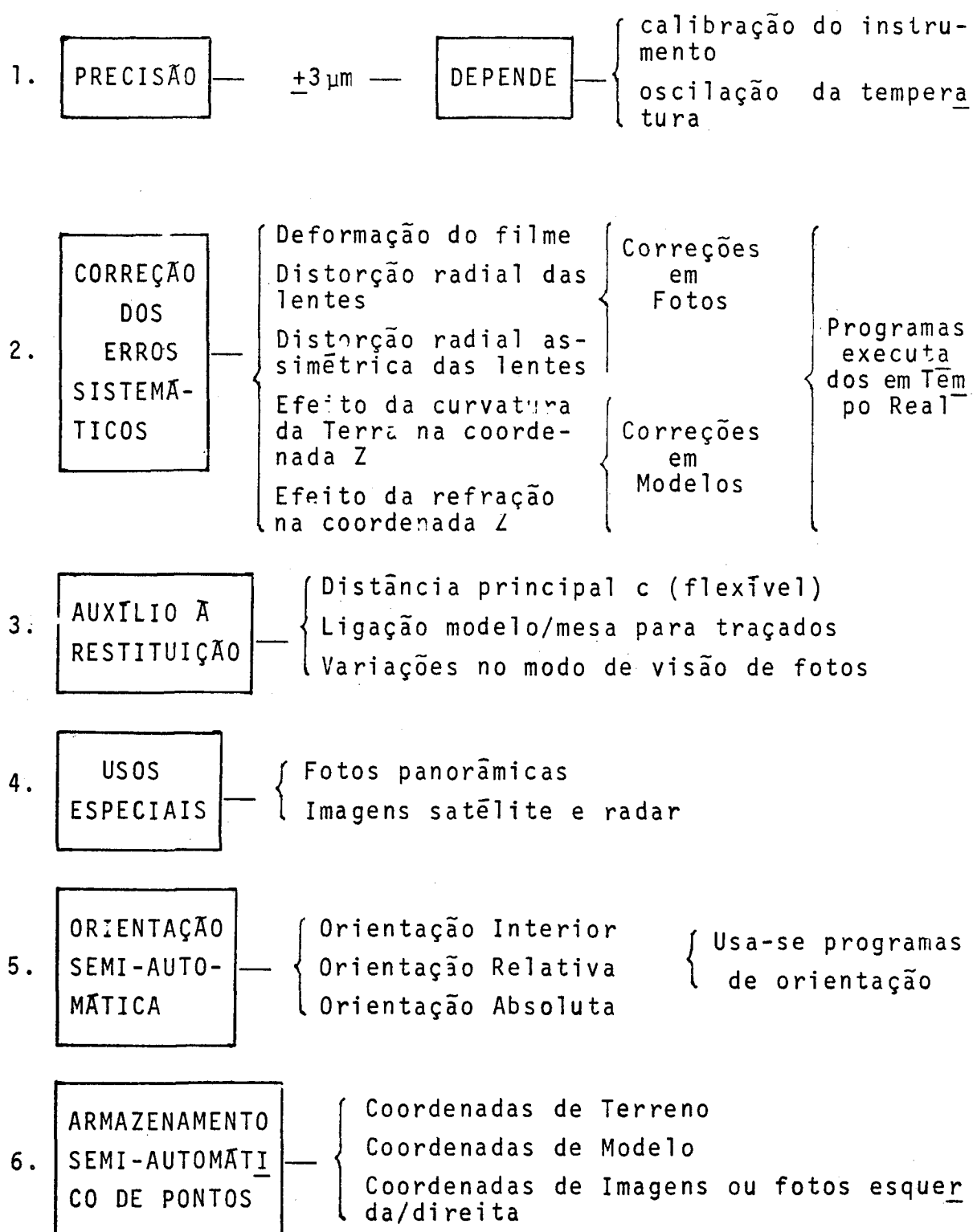
Em primeiro lugar, torna-se necessário explicar como se processa o movimento das manivelas e pedais dos instrumentos analíticos. Quando as manivelas são giradas, codificadores geram impulsos que são emitidos ao computador que por sua vez processa e transfere para os servo-motores, fazendo com que estes movam o carro porta-placas. O cálculo entre o ponto inicial  $(x', y', x'', y'')$ <sub>i</sub> e o ponto final  $(x', y', x'', y'')$ <sub>f</sub>, é efetuado através de equações de colinearidade. Assim, o motor introduz  $\Delta X$  ou  $\Delta Y$  ao longo de um espiral. Tal explicação refere-se ao Planicomp e pode ser observada no Diagrama I:

DIAGRAMA I - Movimento dos servo-motores



A operação é feita em Tempo Real em 1/30 até 1/100 segundos, com precisão de posicionamento de mais ou menos 3  $\mu\text{m}$ .

A capacidade dos "analytical plotters" pode ser observada logo a seguir. (Ref. [2], pág. 64).



7. PROGRAMAS  
AUXILIARES — {  
Aerotriangulação  
Modelos Digitais de Terreno (DTM)  
Programas para controle de desenho  
Arquivo de dados

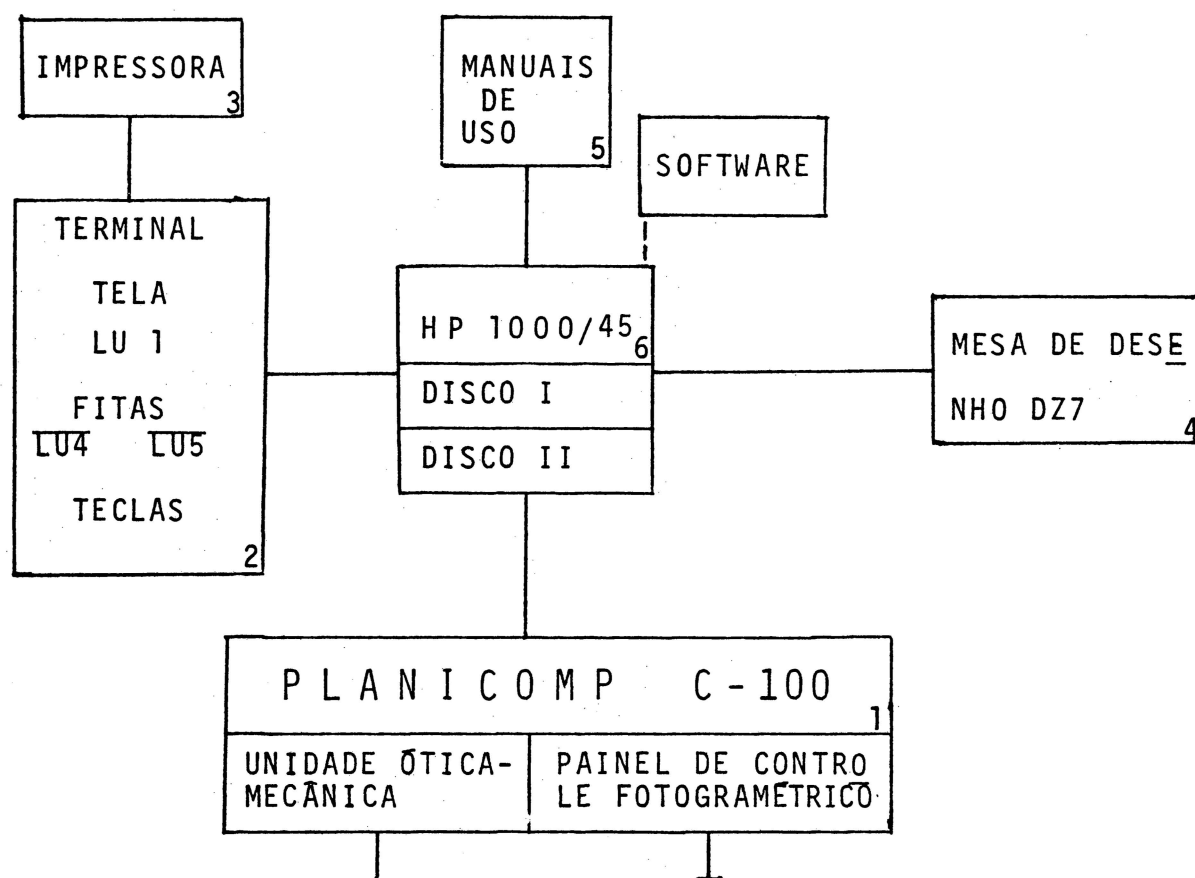
## 2.2 CONFIGURAÇÃO GERAL DO SISTEMA PLANICOMP C-100



FOTO I - Sistema Planicomp C-100

Como instrumento fotogramétrico para restituição das imagens do Landsat, será utilizado o Planicomp C-100 da Carl Zeiss em Oberkochen (República Federal da Alemanha), disponível na Universidade Federal do Paraná.

DIAGRAMA II - Componentes do Sistema Planicomp C-100 da  
Universidade Federal do Paraná



É um instrumento analítico para solução de quaisquer problemas fotogramétricos, como por exemplo estéreo-restituição. Usa, normalmente, diapositivos de fotos de perspectiva central, com escalas similares e distância focal qualquer.

Observando o Diagrama II e Foto I, tem-se que, o sistema Planicomp da UFPR, é composto basicamente:

1. Unidade ótico-mecânica e painel de controle fotogramétrico;
2. terminal com tela (é a unidade lógica número 1), duas unidades de fitas magnéticas (são unidades lógicas números 4 e 5 no Planicomp da UFPR);
3. impressora;

4. mesa de desenho, no caso DZ7; (ver pág. 32)
5. manuais de utilização do sistema 6-computador HP 1000.

Além disso, existem instrumentos periféricos do computador facilmente adaptáveis, como por exemplo: perfuradora e leitora de fitas de papel; unidade de fita magnética; pacote de programas em condição imediata de uso, carregados no disco magnético e manuais de utilização.

Também será possível a adaptação de novas variedades, bem como a expansão dos equipamentos básicos, tais como: terminal de tela, impressora, etc. Todos esses equipamentos podem ser observados no Diagrama III, pontilhados.

A seguir, alguns de seus componentes serão descritos rapidamente, sempre tendo em vista que o leitor será uma pessoa inexperiente neste sistema. Também serão analisados alguns programas de serviço.

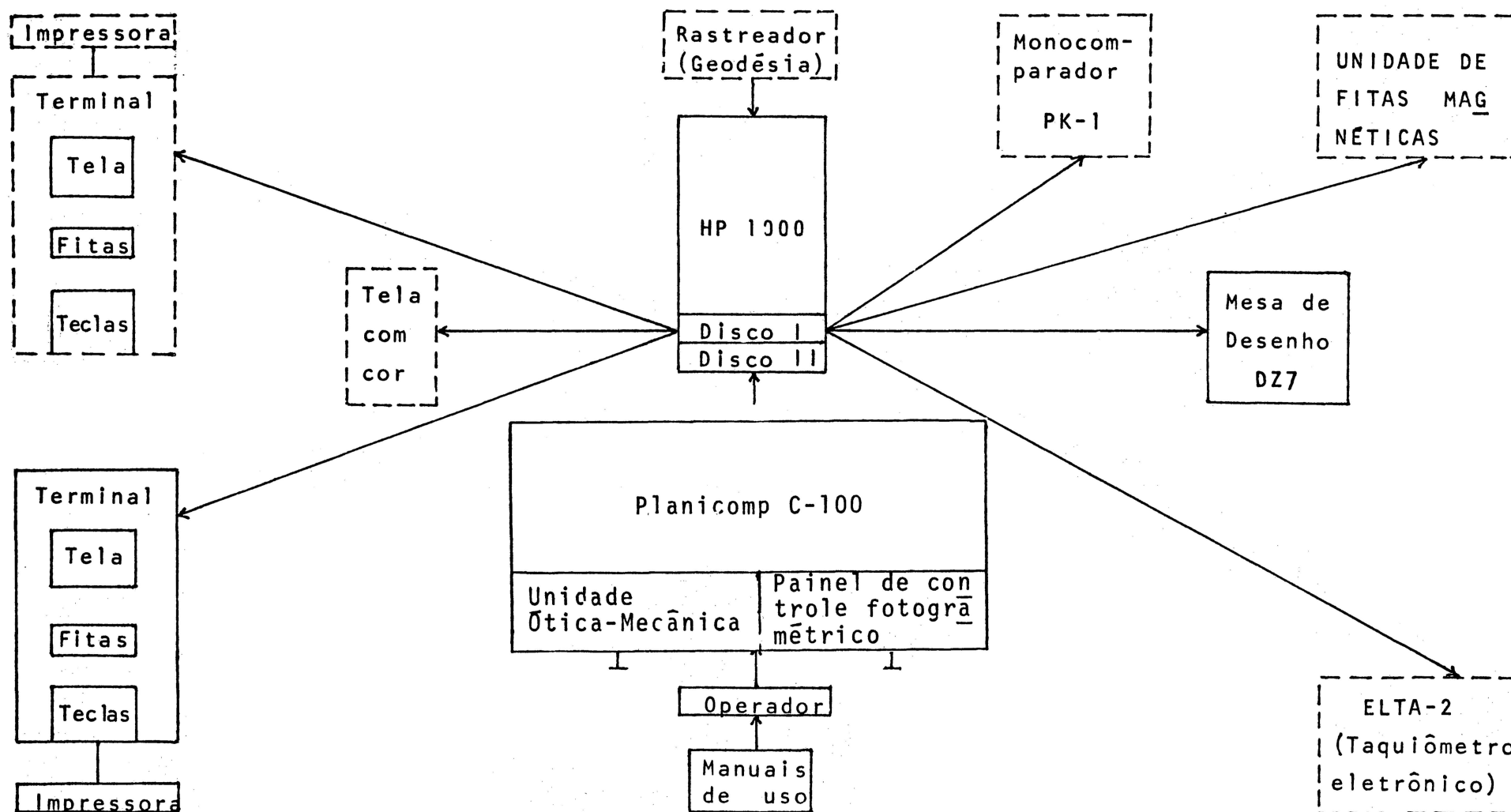
### 2.2.1 UNIDADE ÔTICO-MECÂNICA

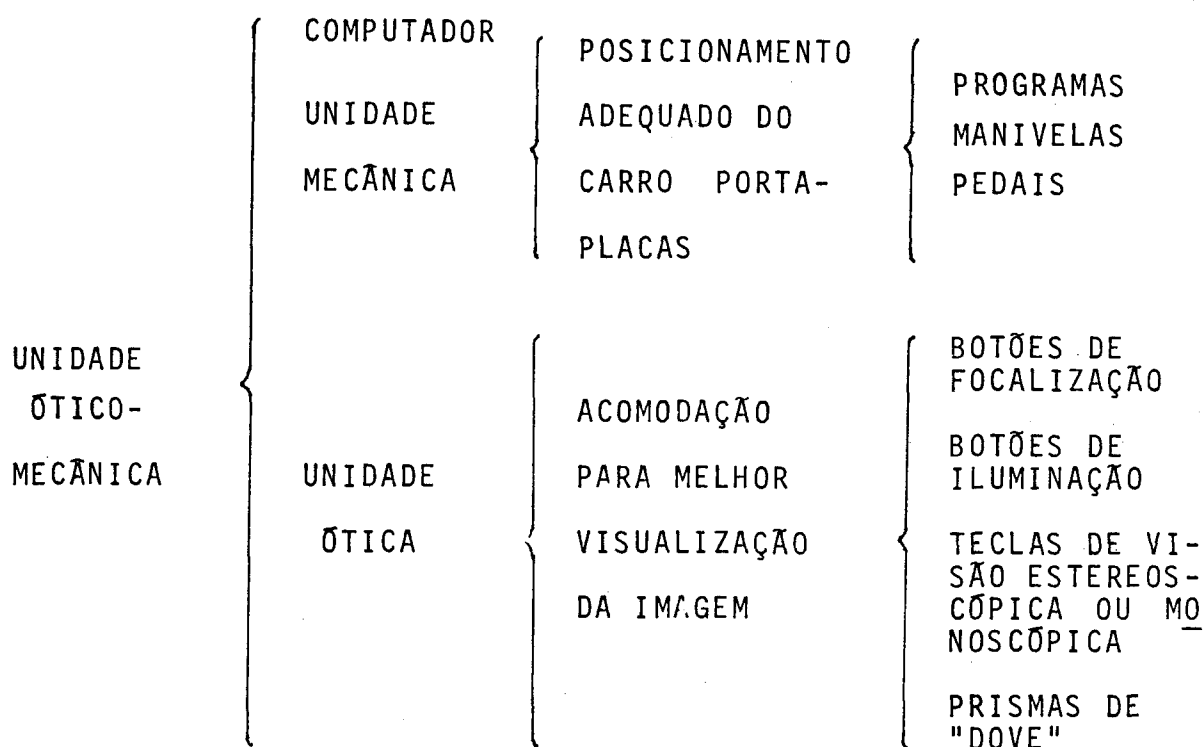
A unidade ôtico-mecânica está diretamente ligada ao observador e sua relação com o Planicomp C-100 e o computador.

Através da unidade ôtico-mecânica é possível a observação, orientação e medição dos diapositivos de fotografias.

As principais funções desta unidade estão representadas no esquema a seguir:

DIAGRAMA III - Possibilidades de novas adaptações no Planicomp C-100





Esta unidade possui, internamente, um carro porta-placas, onde são colocados os diapositivos iluminados por duas lâmpadas superiores, cuja intensidade de iluminação pode ser variada.

O carro é movido por 2 servo-motores na direção x e y, sendo controlados pelo operador por manivelas, pedais ou por uma pequena alavanca.

A marca estereoscópica, que possui 40  $\mu$ m de diâmetro, pode ser branca ou negra, sendo ajustada sua claridade de acordo com a tonalidade da região da imagem observada, por dois botões giratórios localizados logo abaixo da unidade ótica.

A visão é ajustada pelo movimento de dois botões situados junto às lentes, onde a visão pode ser aumentada para oito ou dezesseis vezes. Outra característica inclui a visão interpupilar, que pode ser ajustada entre 52 e 82 mm.



Possui ainda prismas de Dove para giros de mais ou menos  $105^{\circ}$ .

A imagem pode ser variada através de uma chave que modifica a visão para pseudo ou ortoscópica. Através das nove teclas representadas abaixo, também será possível adaptar a visão de acordo com o objetivo do trabalho.

BINOCULAR LEFT	STEREO	BINOCULAR RIGHT
PHOTO LEFT	PHOTO LEFT-RIGHT	PHOTO RIGHT
MODEL PROFIL	MODEL NORMAL	MODEL TERREST

### 2.2.2 PAINEL DE CONTROLE FOTOGRAMÉTRICO

Este painel como pode ser observado na Foto II e Diagrama IV, possibilita o controle das operações, tais como: iniciação e término de programas de serviço, orientação de diapositivos, introdução de coordenadas, controle de gráficos, etc.

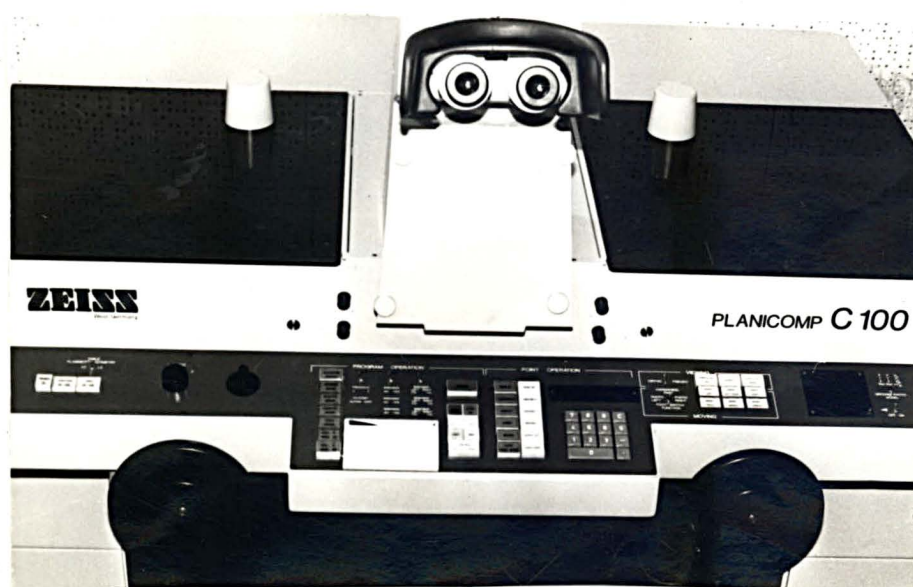
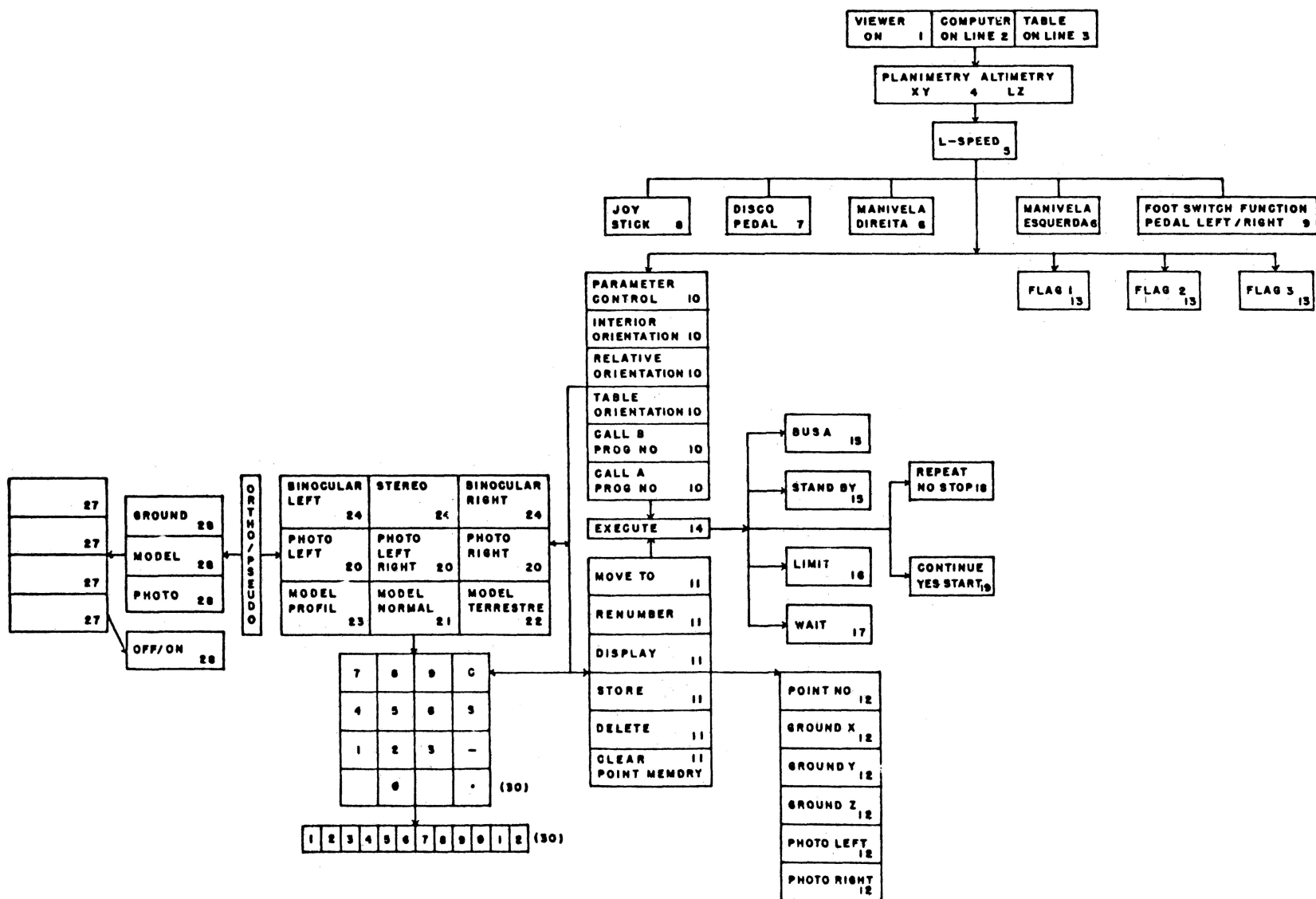


FOTO II - Painel de Controle Fotogramétrico do Planicomp C-100 da UFPR.

DIAGRAMA IV - Painel de Controle Fotogramétrico  
do Planicomp C-100



Para tornar mais fácil o entendimento, foram colocados números no Diagrama IV que correspondem às descrições a seguir: (Ref. |3|, pág. 3-1 — 3-7)

- 1- 

VIEWER ON
--------------

 Indica que o instrumento está em condições de funcionamento.
  
- 2- 

COMPUTER ON LINE
---------------------

 Possui a função de iniciar a atividade do computador. É a unidade básica do sistema, uma vez que se encarrega do carro porta-placas, da indicação de coordenadas e posicionamento do lápis de desenho.
  
- 3- 

TABLE ON LINE
------------------

 Se o objetivo for trabalhar com a mesa de desenho, será necessário que esta tecla também esteja iluminada.
  
- 4- 

PLANIMETRY X Y	ALTIMETRY L Z
-------------------	------------------

 Com esta chave é possível trabalhar ao longo dos perfis com planimetria ou altimetria.
  
- 5- 

L-SPEED
---------

 A velocidade de deslocamento da marca flutuante pode ser regulada pelo operador com o simples giro do botão "speed", o que favorece o controle de perfis de terreno.
  
- 6- 

MANIVELAS ESQUERDA/ DIREITA
-----------------------------------

 As manivelas possibilitam o deslocamento dos carros porta-placas no sentido x e y.

7- DISCO/PEDAL

Possibilita o estabelecimento de "z", ou seja, da altura correta no modelo.

8- JOYSTICK

Permite o deslocamento livre do carro portaplacas, tornando possível um ajustamento fino de pontos.

9- FOOT SWITCH  
FUNCTION

É um interruptor com três posições, permitindo quando está na posição média, ao simples acionamento do pedal direito, aumentar a velocidade das manivelas. Quando está na posição esquerda ou direita, possibilita, quando acionado o pedal esquerdo ou direito, o movimento da foto esquerda ou direita.

10- 

PARAMETER CONTROL
INTERIOR ORIENTATION
RELATIVE ORIENTATION
ABSOLUTE ORIENTATION
TABLE ORIENTATION
CALL B PROG NO
CALL A PROG NO

Estas teclas servem para iniciar programas do tipo A e B, que serão explicados com mais detalhes a seguir.

11- 

MOVE TO
RENUMBER
DISPLAY
STORE
DELETE
CLEAR POINT-MEMORY

É possível, através destas teclas, armazenar, apagar, numerar e observar dados.

- 12- 

POINT NO
GROUND X
GROUND Y
GROUND Z
PHOTO LEFT
PHOTO RIGHT

 Estas teclas trabalham somente em conjunto com os programas 11 (acima). Assim, quando desejar-se armazenar a coordenada de "x" do ponto número 3 por exemplo, utiliza-se as teclas "STORE", "POINT NO", "GROUND X".
- 13- 

FLAG 1
FLAG 2
FLAG 3

 São três interruptores cuja função é selecionar alternativas para os programas de orientação.
- 14- 

EXECUTE
---------

 Envia instrução ao computador para analisar o estado das teclas dos programas ativos.
- 15- 

BUSY
STANDBY

 Indicam qual dos programas de aplicação está em execução. "STANDBY" estando acesa indica que não está ocorrendo prioridade nos programas A e B (Ver pág. 38 ).
- 16- 

LIMIT
-------

 Indica se o carro porta-placas está no limite mecânico. Caso ultrapasse tal limite o Planicomp emite um ruído intermitente.
- 17- 

WAIT
------

 Indica se um programa de aplicação está esperando uma decisão do operador. A decisão é transmitida através das teclas "CONTINUE/YES/START" ou "REPEAT/NO/STOP".
- 18- 

REPEAT
NO STOP

 Indica as decisões negativas que são tomadas dentro dos programas de aplicação.

- 19- 

CONTINUE YES START
-----------------------

 Indicam as decisões positivas que são tomadas dentro dos programas de aplicação. A tecla "CONTINUE", freqüentemente usada, está conectada ao pedal esquerdo.
- 20- 

PHOTO LEFT
PHOTO LEFT + RIGHT
PHOTO RIGHT

 Indicam qual das fontes é visível nas oculares. Através destas teclas é possível determinar qual dos porta-placas mover-se-á quando acionadas as manivelas.
- 21- 

MODEL NORMAL
-----------------

 Aciona o movimento planimétrico de "x" e "y" no modelo, sendo o disco pedal responsável pela altimetria "z".
- 22- 

MODEL TERREST
------------------

 Muda o modo do acionamento do "MODEL NORMAL" para um modo terrestre, mudando os movimentos "z" e "y", isto é, "z" fica conectado à manivela direita e "y" conectado com o disco pedal.
- 23- 

MODEL PROFIL
-----------------

 A manivela direita assume o movimento altimétrico "z". A manivela esquerda regula a velocidade ao longo do perfil desejado.
- 24- 

BINOCULAR LEFT
BINOCULAR RIGHT
STEREO

 É possível mudar o modo de visão, isto é, observar somente a foto direita ou a esquerda, ou ambas de uma só vez.

- 25- 

ORTHO/PSEUDO
--------------

 Decide se o olho esquerdo observa a foto esquerda e o olho direito a foto direita, ou vice-versa.
- 26- 

INDICADOR DE COORDENADAS
--------------------------

 Registra as coordenadas. Quadro coordenadas de oito dígitos cada uma. É possível obter coordenadas no sistema de terreno (XG,YG,ZG) de modelo (XM,YM,ZM) ou de porta-placas (XL,YL,XR,YR). Um interruptor fornece uma das três posições.
- 27- 

GROUND/
MODEL/
PHOTO

 Permite a seleção do tipo de coordenada necessária. No caso de "PHOTO" e "MODEL", as coordenadas são indicadas em milímetros com três decimais. No caso "GROUND", são dados em unidades de terreno. Se a tecla "COMPUTER ON LINE" está apagada, indica que as coordena-das reais dos carros porta-placas estão em mícrons, com ponto de referência como origem.
- 28- 

OFF/ON
--------

 Apaga a última coordenada de GROUND/MODEL uma vez que sõ são utilizadas três coordenadas: X, Y, Z
- 29- 

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2
-------------------------

 Permite, através do teclado que contém dígitos, introduzir números, códigos de programas, número de pontos, coordenadas, códigos para desenho de símbolos, etc.
- |       |   |
|-------|---|
| 7 8 9 | C |
| 4 5 6 | S |
| 1 2 3 | - |
| 0 .   | . |

### 2.2.3 UNIDADE DE CONTROLE ELETRÔNICO

Conforme sua própria designação, é a unidade que interliga o sistema ótico-mecânico e o computador.

Está situada em três unidades de fitas no computador, localizadas imediatamente abaixo do painel de controle. Duas unidades internas de fita, provêem a energia para os dois servo-motores deslocarem o carro porta-placas.

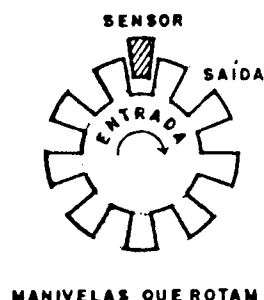
Existe ainda uma função adicional por contagem de pulsos, registro para mudança de velocidade no deslocamento do carro porta-placas, iluminação de teclas, etc.

Os dados são transmitidos para o computador por contagem de pulsos, para acionar os registros, através de chaves de comando, que indicam através de luzes e sinais acústicos o que está ocorrendo.

Os procedimentos de geração de pulsos são realizados através de "encoders". Os "encoders" emitem pulsos eletrônicos como sinais de saída ao computador, que por sua vez ativa os servo-motores.

No caso do Planicomp C-100 os "encoders" são de rotação, uma vez que: contam os pulsos, os transformam em coordenadas (equações de colinearidade) e ativam os servo-motores. Os "encordes" lineares controlam a posição do carro porta-placas (ver Diagrama I).





-Possui capacidade de contagem de até 1000 pulsos para cada rotação.

-Possui precisão de posicionamento de aproximadamente 3  $\mu\text{m}$ , que pode ser variada com a temperatura do ambiente, calibração, etc.

#### 2.2.4 COMPUTADOR

Deve-se ter sempre em mente que os instrumentos analíticos trabalham em conjunto com um grande número de programas armazenados em um computador. Através dele, são transmitidos, por exemplo, os movimentos do sistema porta-placas, por contagem de pulsos. Sabe-se que, nos instrumentos analógicos, tal carro é guiado mecanicamente.

O sistema Planicomp da Universidade Federal do Paraná, utiliza um computador Hewlett-Packard 1000-45 com memória de 128 K-palavras no total, cada programa utiliza até 32 K-palavras de 16 bits, duas unidades de disco com 9.6 Mbytes. Para cálculos precisos são necessários 16 bits, pois a precisão de colocação do ponto flutuante não deve comprometer a velocidade de cálculo.

A capacidade de armazenamento do computador pode ser

aumentada até 1024 K-palavras. O computador do Planicomp da UFPR possui 128 K-palavras.

É possível proteger a memória no caso de falta de energia. O disco é recarregado através de uma bateria.

Ao console do computador é acoplada uma tela, onde é possível controlar todos os passos dos programas utilizados, bem como introduzir dados. Uma impressora permite registrar em papel o conteúdo da tela.

### 2.2.5 TERMINAL E IMPRESSORA

A fotografia III mostra o terminal e a impressora do sistema Planicomp:



O terminal Hewlett-Packard é composto basicamente de uma tela (1) e um console com teclas (2).

A seguir, cada um de seus elementos será descrito rāpi

damente. (Ref. |4|, pág. 1-2 - 1-3)

## 1. TELA

Esta tela poderá conter até 1920 caracteres distribuídos em 24 linhas com 80 caracteres. Cada um desses caracteres é formado por uma matriz de pontos de 7 por 9. O que está escrito na tela poderá ser selecionado e modificado, sem que seja necessário apagar o seu conteúdo total.

## 2. TECLAS

Através das teclas é possível a comunicação entre o operador e computador. Cabe ressaltar, aqui, algumas teclas de vital importância:

### 2.1 ZOOM/PAN

Permite a seleção de algumas partes de gráficos exibidos na tela, sendo possível um aumento de até 16 vezes.

### 2.2 AUTOMATIC PLOTTING

Os dados tabulares entrados via tela ou fita, podem ser desenhados automaticamente sem a ajuda do programa de serviço "PLOTTING". Todavia, requer conhecimentos de computação e, bastando pressionar tal tecla, são desenhados automaticamente na tela.

### 2.3 TECLAS DE AUXÍLIO NA DATILOGRAFIA E REVISÃO DE PROGRAMAS E DADOS

Possuem a função de inserir e apagar dados, vol

tar e prosseguir o texto, pular para a próxima página, voltar à página anterior, apagar o conteúdo total ou parcial da tela, estabelecer margem, direcionamento, etc.

### 3. UNIDADE DE FITAS CASSETE

Possui duas unidades de fitas cassetes com o objetivo de armazenar programas e dados.

### 4. MEMÓRIA GRÁFICA E ALFANUMÉRICA

A primeira é composta de 32 k-bits, com capacidade de 360 por 720 pontos de imagem gráfica. A memória alfanumérica possui 8 k-bits, podendo ser expandida até 12 k-bits. Tanto a memória gráfica como a alfanumérica, permitem que os caractêres possam ser escritos na tela em 8 diferentes tamanhos.

### 5. IMPRESSORA

Através da impressora é possível copiar o conteúdo da tela ou da fita magnética em papel.

## 2.2.6 MESA DE DESENHO

A mesa de desenho do sistema Planicomp é de importante aplicação em geodésia e fotogrametria, pois através dela é possível o desenho de feições de terreno, desenho automático de quadrículas, vetores, números de pontos, símbolos, caractêres alfanuméricos, etc. Pode ser utilizada na cartografia(digital).

### 1. MESA DE DESENHO PROPRIAMENTE DITA (Ref. [5], pág. 3-14)

Dimensão: 1.20 x 1.20 m

Peso: 350 kg

Máxima dimensão de um mapa: 932 x 1192 mm

Resolução: 0.01 mm

Máxima aceleração: 0.5 m/s<sup>2</sup>

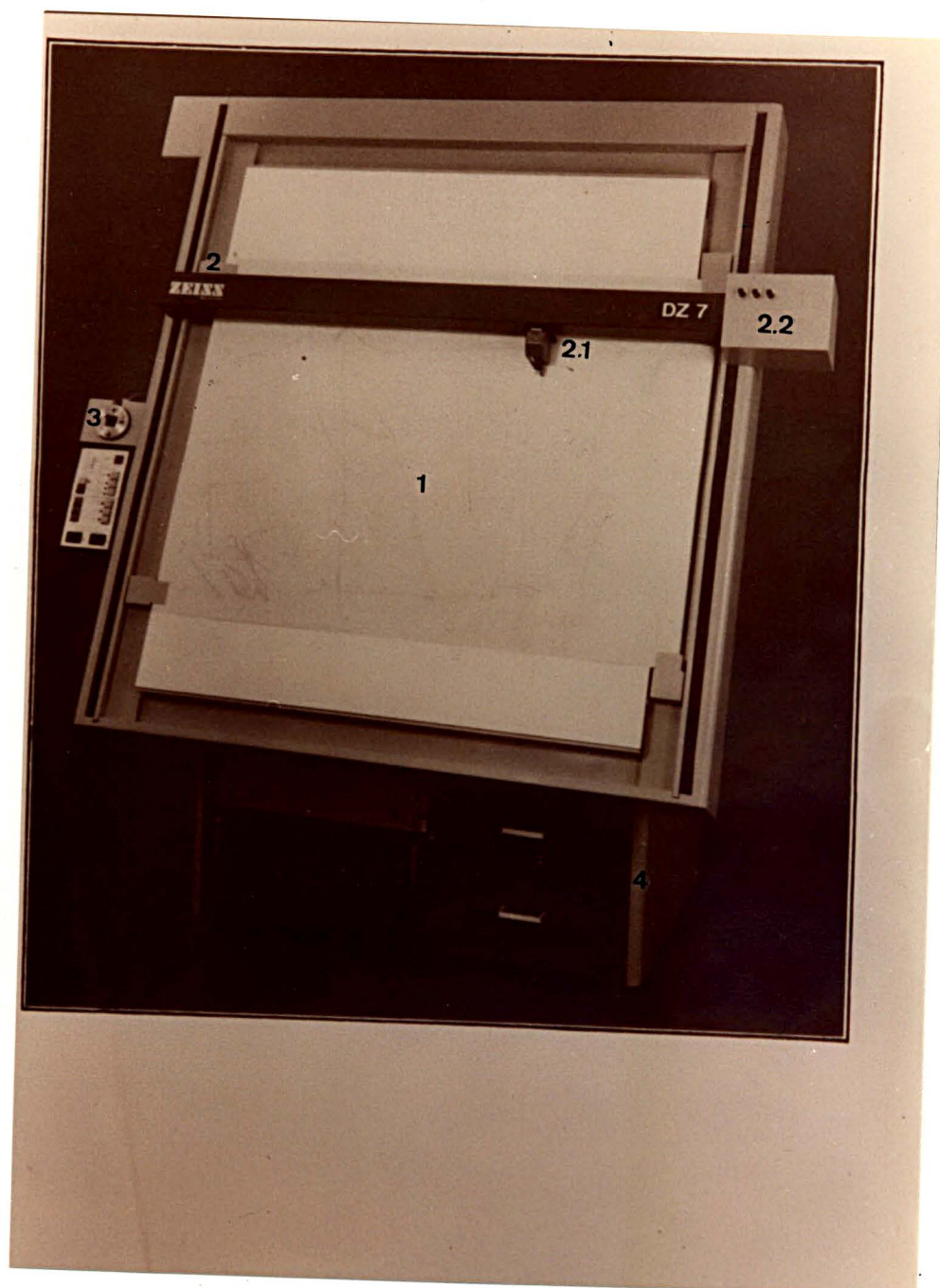


Foto IV -Mesa de Desenho

2. BARRA\_MÓVEL. Desloca-se verticalmente sobre a mesa. Possui os seguintes elementos:

2.1 Carro Traçador. Possui três posições para fixação de canetas ou lupa.

2.2 Regulador de Pressão. Regula a pressão das canetas sobre o papel.

3. CONSOLE\_DE\_CONTROLE\_DE\_FUNCIONAMENTO\_DA\_MESA. Este console pode ser observado na Foto IV e, mais detalhadamente, na Figura III, a seguir:

3.1 Controle manual da posição da barra móvel e carro traçador.

3.2 Alavanca de controle manual

3.3 Botão digitador da posição correta de pontos ou parte de desenhos.

3.4 Indicador de erros:

3.4.1 "RANGE LIMIT". Ao acender-se, indica que o limite estabelecido pelo operador está sendo ultrapassado.

3.4.2 "TABLE LIMIT". Esta luz acende-se devido a um erro na posição relativa entre a DZ7 e os dados iniciais do computador, desorientando-se e alcançando seus limites. Tal erro somente poderá ser eliminado desligando-se todo sistema da mesa e religando-se novamente.

3.4.3 "VOLTAGE". Acende-se quando a mesa é ligada ou

após uma falta de energia. Para sanar tal problema basta pressionar o botão "RESET", que se\_rã visto logo a seguir.

3.4.4 "LOGIC". Acende-se quando ocorrer um erro de processamento interno. Somente poderá ser eliminada desligando e ligando o sistema da mesa.

3.5 "RANGE". Permite especificar o limite da área mapeada na mesa DZ7.

3.5.1 "ON". O botão "on" ativa e desativa a área estabelecida pelo mapa com o botão "enter". A área é ativada quando a luz do botão "on" está acesa

3.5.2 "ENTER". O botão "enter" permite, de maneira manual, a seleção da área do mapa.

3.6 Inclinação da mesa. Somente poderá ser efetuada antes da orientação da mesa.

"UP" - A mesa inclina-se verticalmente.

"DOWN" - A mesa posicionar-se-ã horizontalmente.

"STOP" - Ao atingir a posição desejada o operador pressiona este botão, fazendo com que a mesa pare imediatamente.

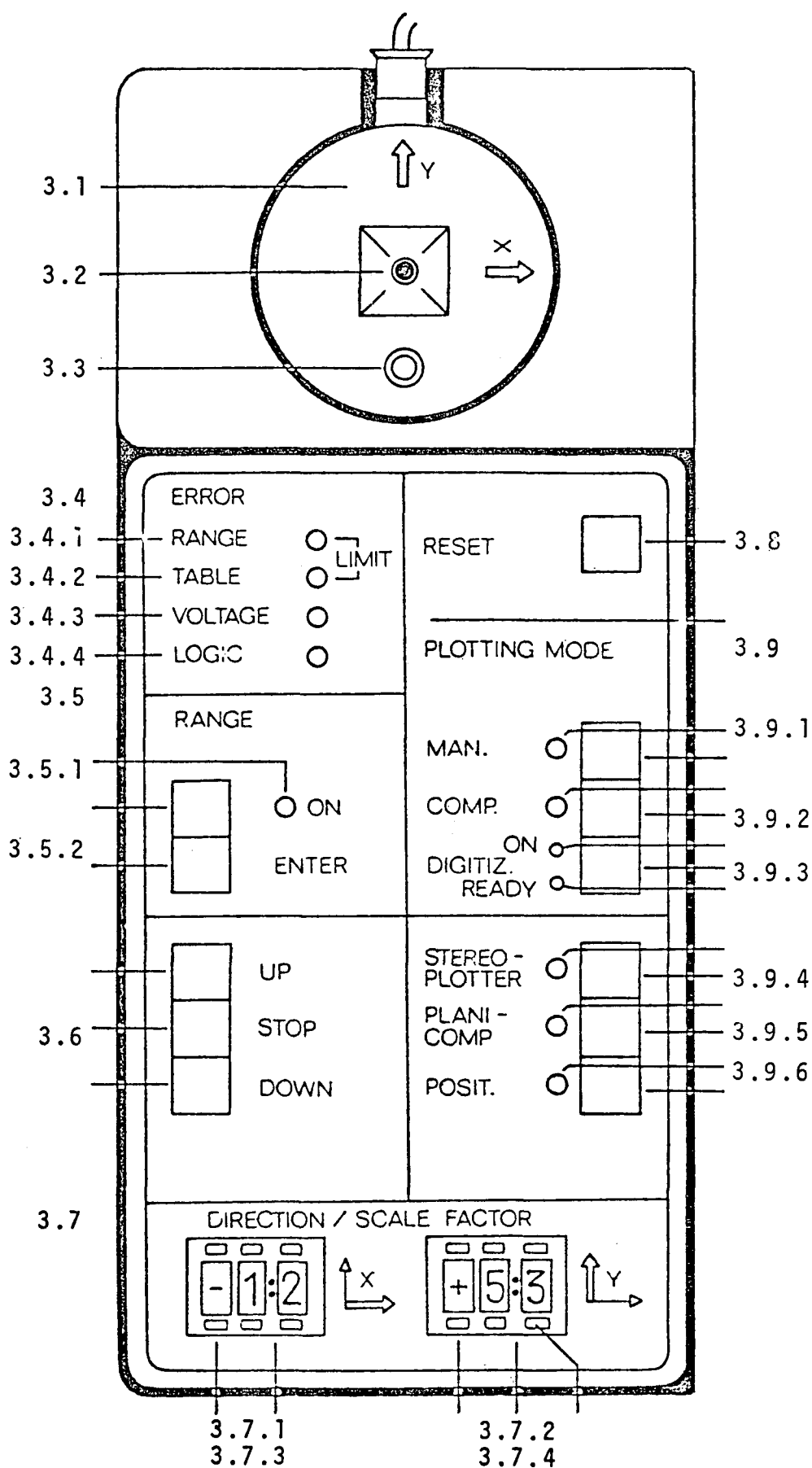
3.7 "DIRECTION/SCALE FATOR"

3.7.1 Seletor de movimento da direção "x" (+ ou -)

3.7.2 Seletor de movimento da direção "y" (+ ou -)

3.7.3 Seletor do fator de escala em "x"(9:1 até 1:9)

FIGURA III - Console de controle de funcionamento da mesa. (Ref. |6|, pág. 60).





3.7.4 Seletor do fator de escala em "y"(9:1 até 1:9)

3.8 "RESET". Estabelece a condição inicial de uso quando ligado o sistema da mesa ou quando falta energia.

3.9 "PLOTING MODE"

3.9.1 "MAN". Modo manual de deslocamento da barra e do carro traçador através da alavanca nº 3.2.

3.9.2 "COMP". A mesa está diretamente acoplada ao computador, pronta para utilização de qualquer programa "off-line".

3.9.3 "DIGITIZ". É ativada pelo computador. Lê e transfere coordenadas da mesa para o computador. Os pontos cujas coordenadas serão selecionadas são definidos pelo operador com a alavanca de deslocamento da barra e do carro.

3.9.4 "STEREO PLOTTER". Ativa as funções do painel adicional.

3.9.5 "PLANICOMP". Todos os pulsos emitidos pelo movimento do Planicomp C-100, fazem com que a barra e o carro traçador movam-se na mesma proporção.

3.9.6 "POSIT". Botão reservado para uso futuro.

4. MÓDULO\_ELETRÔNICO. O operador não tem acesso, isto é, são todos os circuitos eletrônicos internos da mesa. Existe somente uma chave onde o sistema da mesa é ligado, juntamente com a sua iluminação.

5. PAINEL\_NÚMERO\_2. Controla os tipos de contornos, isto é, os tipos de linhas que contornam as feições durante a operação "on-line". Aqui não está representado, pois não foi utilizado nesse trabalho.

## 2.2.7 PROGRAMAS ("SOFTWARE")

Nos sistemas analíticos os programas ocupam posição especial, por esta razão, para melhor compreensão dos programas utilizados no Planicomp C-100, serão divididos em três tipos.

### 2.2.7.1 PROGRAMAS OPERACIONAIS (Ref. [7], pág. 17-26)

Os programas operacionais são controlados por ciclos e operam em "Real Time", isto é, os programas em tempo real realizam as transformações sobre controle de instrumentos e funções de comunicação. Estes programas funcionam continuamente, ou seja, há resposta imediata ao fim prático requerido pelo operador, sendo exigida alta velocidade na computação.

No sistema Planicomp os programas operacionais subdividem-se em dois outros:

-o subprograma Loop, que controla os movimentos das manivelas, disco pedal e do carro porta-placas. Tem função cíclica (período de 20ms) e substitui a função das hastes espaciais dos instrumentos analógicos (equações de colinearidade).

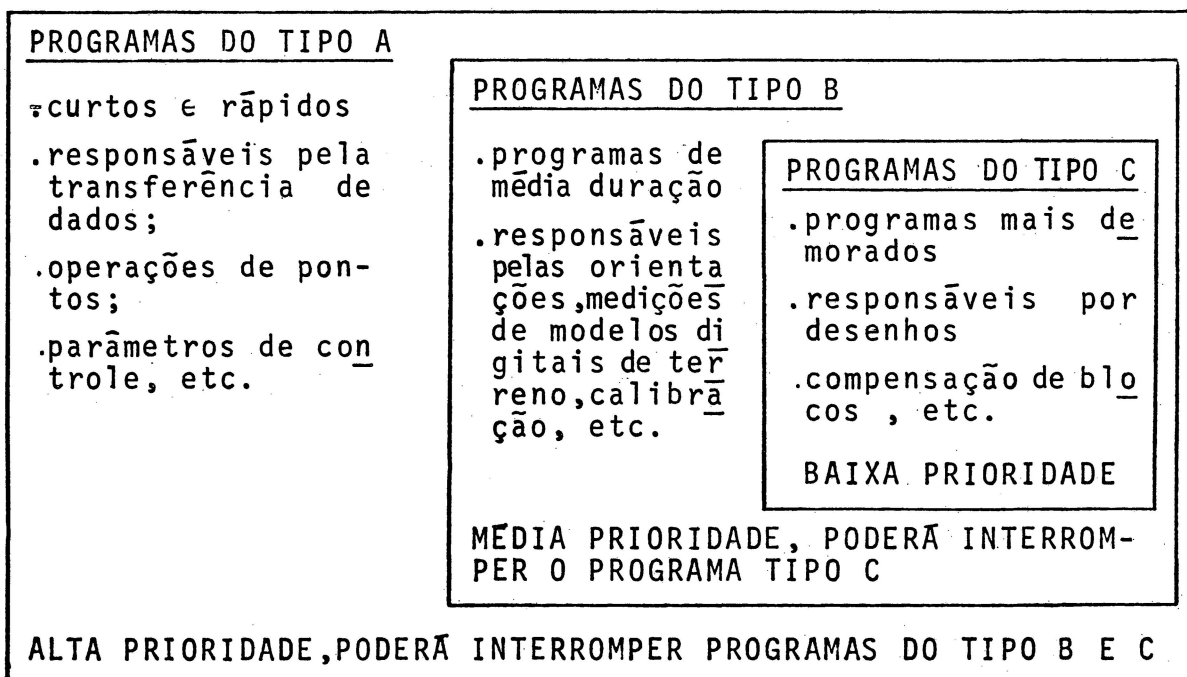
-o subprograma painel, que possui a função de ler, analisar a posição das teclas e dos comutadores do painel e dar início ao programa de aplicação escolhido pelo operador.

### 2.2.7.2 PROGRAMAS DE SERVIÇO

No painel estão os programas de serviço. Para utilizá-los é necessário escolher o número do programa desejado de acordo com os objetivos do trabalho e, para iniciá-los basta apertar a tecla "EXECUTE". A operação e computação permanece inteiramente visível em qualquer fase do trabalho, uma vez que é possível a comunicação operador-computador pela tela, tecla do do painel de controle fotogramétrico e teclado do terminal. O painel fotogramétrico também emite sons e acendem-se as luzes de algumas teclas, indicando o que está ocorrendo com o programa ativado.

O Planicomp C-100 inclui 70 programas, que podem ser variados através dos botões pendentes do painel de controle, posicionados de acordo com a finalidade do trabalho a ser executado.

Os programas de serviço podem ser divididos em três tipos, conforme se observa no Diagrama V, a seguir:



Todos os programas de serviço são escritos em FORTRAN, a fim de facilitar as modificações necessárias.

A seguir, serão descritas, sem muitos detalhes, algumas características de tais programas. Para facilitar, subdividiremos em: programas de orientação; programas para listagens; programas para cálculos geométricos; programas para registro de modelos digitais (DTM); programas para reconstrução de modelos e programas de verificação. (Ref. [8], pág. 23-24).

#### A. PROGRAMAS DE ORIENTAÇÃO

##### -ORIENTAÇÃO INTERIOR ("Interior\_Orientation")

Ao iniciar-se este programa o carro porta-placas posiciona-se automaticamente. A colocação refinada das marcas fiduciais é feita pelo operador. Calcula os parâmetros para correção da deformação dimensional do filme.

##### -ORIENTAÇÃO RELATIVA ("Relative\_Orientation")

É executada pela condição de coplanaridade, o carro porta-placas move-se automaticamente para as posições aproximadas de pontos (podendo ser os 6 pontos de "Von Gruber", ou no máximo, 24), onde é feita a remoção das paralaxes pelo operador. Feito isso é possível executar a computação e os resíduos aparecem no painel do computador, podendo ou não ser aceitos pelo usuário.

##### -ORIENTAÇÃO ABSOLUTA ("Absolute\_Orientation")

É usada como uma orientação independente, podendo ser medidos até 24 pontos de controle. Uma vez medidos, são computados e seus resíduos podem ser interpretados. Cabe ao

operador aceitar ou refazer os pontos de resíduos altos.

-ORIENTAÇÃO DA MESA ("Table\_Orientation").

A orientação da mesa traçadora requer 2 pontos no mínimo, podendo estender-se até 24 pontos de controle. Com mais de 2 pontos é executado um ajustamento das medições, com TRANSFORMAÇÃO AFIM onde é levada em consideração a deformação do papel. Neste caso, também aparecem na tela os resíduos, que podem ser aceitos ou não pelo operador.

B. PROGRAMAS PARA LISTAGENS

Permite a visualização do conteúdo da memória na tela ou no papel. As listagens de modelos orientados podem ser escritas em inglês, alemão, francês ou espanhol. Também podem ser listados: coordenadas de terreno e de foto, dados da câmara, parâmetros de transformação, dados de calibração do instrumento e todos os programas de serviço.

C. PROGRAMAS PARA CÁLCULOS GEOMÉTRICOS

São executados cálculos de distâncias, azimutes, superfícies, volumes, declives, ângulos horizontais e verticais, centro de gravidade, etc.

D. PROGRAMAS PARA REGISTRO DE MODELOS DIGITAIS

-"RECORD\_TERRAIN\_PROFILE"

Controle de perfis por parâmetros armazenados, com

a possibilidade de inserir antecipadamente os incrementos dos perfis.

- "RECORD\_TERRAIN\_MODEL"

Digita movimentos contínuos e livres, como por exemplo, digitação de contornos, curvas de nível, etc.

- "RECORD\_TERRAIN\_GRID"

Programa para digitação de malhas, com quadrados opcionais, independentes em x e y, podendo ser usados incrementos em cada um ou nos dois, para posicionamento automático de acordo com o desejo do operador.

E. PROGRAMAS PARA RECONSTRUÇÃO DE MODELOS

São programas cuja finalidade já está explícita, isto é, os modelos formados foram armazenados na memória. São eles:

- "RECORD\_ORIENT\_DATA"

Reconstrução de dados na memória do computador.

- "TRANSFORM\_ORIENT\_DATA"

Os dados da orientação obtidos no Planicomp são transformados para serem utilizados em instrumentos analógicos.

F. PROGRAMAS DE VERIFICAÇÃO

O programa C-100 "Calibration" calibra os carros porta-placas e a mesa de desenho, através da observação dos retí

culos do porta-placas, onde estão gravadas 9 intersecções. O programa C-100 "Function Test" avalia todas as funções essenciais da unidade básica, da unidade de controle e do painel de manejo.

Na página a seguir, pode ser observada uma listagem de todos os programas de serviço do Planicomp C-100, com suas respectivas funções. Cada programa é dotado de um número, para distingui-lo dentre os demais.

### 2.2.7.3 PROGRAMAS ESPECIAIS

Existem ainda programas especiais, isto é, programas adicionais que não pertencem ao sistema Planicomp, pois foram desenvolvidos por pesquisadores e podem ser facilmente introduzidos em sua memória, desde que seus direitos sejam comprados, como por exemplo: BLUH (Jacobsen, Hannover) que faz fototriangulação por feixe de raios; PAT-M (Ackermann, Stutgard) faz aerotriangulação com modelos independentes; HIFI-P/C (Ebner, München) interpolação altimétrica com elementos finitos (curvas de nível); etc.

É possível também, ao usuário, escrever programas e introduzir em sua memória por linguagem FORTRAN e ASSEMBLER.

LIBRARY OF SERVICE PROGRAMS FOR ZEISS PLANICOMP NO. 13403B 1983. 9.14

ENVOLVE AS  
ORIENTAÇÕESOPERAÇÕES DE  
PONTOSPERMITEM A RETI  
RADA DE LISTA  
GEM DA MEMÓRIAARMAZENAMENTO DE  
DADOS DE MODELOARMAZENAMENTO DE  
DADOS DE TERRENOCÁLCULOS  
GEOMÉTRICOSMEDIÇÕES DIGITAIS  
DE TERRENOPROGRAMAS DE  
DESENHOARMAZENAMENTO DE  
GRANDE QUANTIDA-  
DE DE DADOS

## VERIFICAÇÃO

PROGRAMAS  
ORGANIZADORES

ADDRESS	NAME	DESCRIPTION
B 2*	INTERIOR ORIENTATION	MEASUREMENT SUPPORT, COMPUTATION, REPORT
B 3*	RELATIVE ORIENTATION	MEASUREMENT SUPPORT, COMPUTATION, REPORT
B 4*	ABSOLUTE ORIENTATION	MEASUREMENT SUPPORT, COMPUTATION, REPORT
B 5*	TABLE ORIENTATION	MEASUREMENT SUPPORT, COMPUTATION, REPORT
A 6	MANUAL ORIENTATION	CONTROL OF INCREMENTAL PARAMETER CHANGE
A 8*	PARAMETER CONTROL	DISPLAYS, SUPPORTS CHANGE OF PARAMETERS
A 9*	MOVE TO	MOVES TO STORED POINTS, ENTERED COORDINATES
A 10*	RENUMBER	CHANGES NUMBERS OF STORED POINTS
A 11*	DISPLAY	DISPLAYS STORED POINTS ON TERMINAL
A 12*	STORE	STORES POSITION/ENTERED POINTS IN MEMORY
A 13*	DELETE	DELETES POINTS/COORDINATES IN MEMORY
A 14*	CLEAR POINT MEMORY	CLEARs MEMORY COMPLETELY/COORD. ARRAYS ONLY
A 20	LIST MODEL DATA ENGL	WRITES ENGLISH REPORT ON MODEL ORIENTAT.
A 21	LIST MODEL DATA GERM	WRITES GERMAN REPORT ON MODEL ORIENTAT.
A 22	LIST MODEL DATA FREN	WRITES FRENCH REPORT ON MODEL ORIENTAT.
A 23	LIST MODEL DATA SPAN	WRITES SPANISH REPORT ON MODEL ORIENTAT.
A 24	LIST GROUND MEMORY	LISTS CONTENT OF GROUND COORDINATE MEMORY
A 25	LIST PHOTO MEMORY	LISTS CONTENT OF PHOTO COORDINATE MEMORY
A 26	LIST CAMERA DATA	LISTS DATA OF ACTUAL PHOTOGRAPHS
A 27	LIST TRANSFORM. DATA	LISTS GROUND, MODEL, TABLE PARAMETERS
A 28	LIST CALIBR. DATA	WRITES CALIBRATION REPORT
A 29	LIST PROGRAM LIBRARY	LISTS LIBRARY OF SERVICE PROGRAMS
A 30	LIST ORIENT FILE	LISTS MODEL NAMES OF ORIENT FILE ON DISC
A 31	CLEAR ORIENT FILE	CLEARs ORIENT FILE ON DISC
A 32	SAVE ORIENT DATA	STORES ORIENTATION DATA ON ORIENT FILE
A 33	ENTER ORIENT DATA	ENTERS ORIENTATION DATA FROM ORIENT FILE
A 34	RECORD ORIENT DATA	TRANSFERS DATA FROM ORIENT FILE TO PERIPH
A 35	READ ORIENT DATA	TRANSFERS DATA FROM PERIPHERAL TO ORNT FILE
A 39	TRANSFORM ORI DATA	TRANSFORMS ORIENTATION DATA FOR PLANIMAT, PLANICART, PLANITOP & STEREOPLANIGRAPH
A 40	LIST GROUND FILE	LISTS GROUND CONTROL DATA AVAILABLE ON DISC
A 41	CLEAR GROUND FILE	CLEARs GROUND CONTROL DATA ON DISC
A 42	SAVE GROUND DATA	STORES GROUND MEMORY CONTENT ON GROUND FILE
A 43	ENTER GROUND DATA	ENTERS GROUND CONTROL DATA FROM GROUND FILE
A 44	RECORD GROUND DATA	TRANSFERS DATA FROM GROUND FILE TO PERIPH
A 45	READ GROUND DATA	TRANSFERS DATA FROM PERIPHERAL TO GRND FILE
A 46	FIND GROUND DATA	ENTERS CONTR. POINTS DEFINED BY AREA BOUNDS
A 50	LIST GENERAL FILE	LISTS HEADR. & CONTENT OF GENERAL FILES
A 51	CLEAR GENERAL FILE	CLEARs GENERAL FILE CONTENT ON DISC
A 52	TRANSFER GEN. DATA	TRANSFERS DATA BETWEEN FILES OR PERIPHERALS
A 54	RECORD GENERAL DATA	TRANSFERS DATA FROM GENERAL FILE TO PERIPH
A 55	READ GENERAL DATA	TRANSFERS DATA FROM PERIPHERAL TO GEN FILE
A 56	EDIT GENERAL DATA	SUPPORTS CORRECTION OF GEN FILE CONTENT
A 57	TRANSFER ATX DATA	TRANSFERS AND MODIFIES TRIANGULATION DATA
A 58	SAVE ATB DATA	STORES BUNDLE-TRIANGULATION DATA ON GEN FILE
A 59	SAVE ATM DATA	STORES MODEL-TRIANGULATION DATA ON GEN FILE
A 60	CALCULATE CENTER	CALCULATES AND MOVES TO CENTER OF N RECORDS
A 61	CALCULATE DISTANCE	CALCULATES HORIZONTAL/VERTICAL DISTANCES
A 62	CALCULATE LENGTH	CALCULATES LENGTHS OF STRAIGHT/CURVED LINES
A 63	CALCULATE SLOPE	CALCULATES VERTICAL ANGLES FROM 2 POINTS
A 64	CALCULATE ANGLE	CALCULATES SPATIAL ANGLES BETWEEN 3 POINTS
A 65	CALCULATE AZIMUT	CALCULATES HORIZONTAL ANGLES AGAINST +Y-AXIS
A 66	CALCULATE AREA	CALCULATES PLANIMETRIC SIZE OF AREAS
A 67	CALCULATE VOLUME	CALCULATES SIZE OF HORIZONTAL CUT VOLUMES
C 69	DISTRIBUTION	COMPUTES STATISTICAL DATA FOR STORED DATA
B 70	RECORD TERRAIN MODEL	CONTROLS SINGLE/INCREMENTAL RECORDING
B 71	RECORD TERRAIN PROFIL	CONTROLS XY-SCAN, INCREMENTAL RECORDING
B 72	RECORD TERRAIN GRID	CONTROLS GRIDLIKE RECORDING
B 73	RECORD CROSS SECTION	CONTROLS CROSS SECTION RECORDING
B 74	RECORD CENTER LINE	CONTROLS CENTERLINE RECORDING
B 80	PLOT ONLINE	SUPPORTS GRAPHICAL ONLINE PLOTTING
A 81	PLOT SYMBOOL	GENERATES NUMERIC CHARACTERS/SYMBOLS
A 82	PLOT ALPHA	GENERATES ALPHANUMERIC CHARACTERS/SYMBOLS
C 85	GRID PLOTTING	CONTROLS PLOTTING OF A GRID
C 86	POINT PLOTTING	CONTROLS PLOTTING OF STORED POINTS
C 87	VECTOR PLOTTING	CONTROLS PLOTTING OF STORED VECTORS
C 88	SHEET PLOTTING	CONTROLS PLOTTING OF GRID & STORED POINTS
A 90	LIST COMMON FILE	LISTS MODEL NAMES OF COMMON FILE ON DISC
A 91	CLEAR COMMON FILE	CLEARs COMMON FILE ON DISC
A 92	SAVE COMMON DATA	STORES COMMON DATA ON COMMON FILE
A 93	ENTER COMMON DATA	ENTERS COMMON DATA FROM COMMON FILE
A 94	RECORD COMMON DATA	TRANSFERS DATA FROM COMMON FILE TO PERIPH
A 95	READ COMMON DATA	TRANSFERS DATA FROM PERIPHERAL TO COMM FILE
A 96	SET COMMON DATA	RESETS COMMON DATA SECTIONS
A 97	LIST COMMON DATA	LISTS COMMON DATA ON TERMINAL
B 98	C100 CALIBRATION	MEASUREMENT SUPPORT, COMPUTATION, REPORT
C 99	FUNCTION TEST	CONTROLS CHECK OF C100-HARDWARE FUNCTION
C101	POINT CORRECTION	IMPROVES STORED POINTS BY VECTOR MATRIX
C105	ATM STRIP	COMPUTES STRIP ADJUSTMENT FOR MODELS
C123	DISPLAY MEASUREM	DISPLAY FLOAT MARK & PHOTO MEMORY CONTENT

\* PROGRAMS WITH \*-LABELED ADDRESSES ARE CALLABLE  
FROM EXCLUSIVE PANEL KEYS



## CAPÍTULO III

### A IMAGEM MSS DO LANDSAT

#### 3.1 SISTEMA LANDSAT

Com o objetivo de obter informações globais, sintéticas e repetitivas para o manejo de recursos naturais, é que foi desenvolvida a série de satélites "Earth Resources Technology Satellites (ERTS)". Tal projeto baseou-se na série de satélites meteorológicos Nimbus lançados na década de 60, onde foram instalados sensores\* e outros subsistemas que gravam e transmitem dados.

Foram lançados os seguintes satélites até o presente momento:

- ERTS-1 em julho de 1972 (posteriormente chamado de Landsat-1, desativado em janeiro de 1978)
- ERTS-2 em janeiro de 1975 (posteriormente chamado de Landsat-2)
- Landsat-3 em março de 1978
- Landsat-4 em julho de 1982

---

\* Possuem dois tipos de sensores: Sistema de televisão - RBV ("Return Beam Vidicom") e o Sistema imageador multiespectral-MSS ("Multispectral Scanner System").

### 3.1.1 SISTEMA IMAGEADOR MULTIESPECTRAL - MSS

A figura IV mostra o sistema imageador multiespectral do Landsat. Cada um de seus componentes será explicado rapidamente, uma vez que são várias as publicações que explanam tal assunto. (Ref. | 9 |, pág. 137-139)

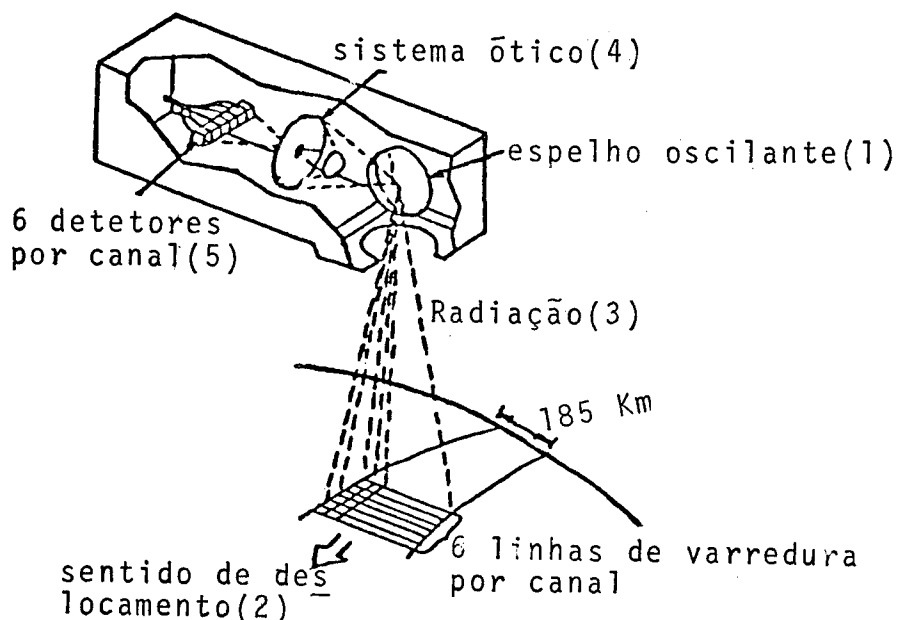


FIGURA IV - Sistema Imageador MSS-LANDSAT

(Ref. | 10 |, pág. I.7)

- 1- **ESPELHO OSCILANTE** A superfície terrestre é varrida através deste espelho oscilante com um campo de visada de  $11,6^\circ$  ou 185 Km.
- 2- **SENTIDO DO DESLOCAMENTO** O terreno é varrido de oeste para leste, onde 6 linhas de dados são imageados de cada vez, por banda, e cada linha tem um comprimento de 185 km no terreno.
- 3- **RADIAÇÃO** O fluxo de radiação é decomposto em 4 faixas ou canais do espectro eletromagnético, duas no visível e

duas no infravermelho próximo.

CANAL	COMPRIMENTO ESPECTRAL EM MICRONS	TIPO DE RADIAÇÃO
4	0,5 a 0,6 $\mu\text{m}$	visível, verde
5	0,6 a 0,7 $\mu\text{m}$	visível, vermelho
6	0,7 a 0,8 $\mu\text{m}$	invisível, infravermelho
7	0,8 a 1,1 $\mu\text{m}$	invisível, infravermelho próximo

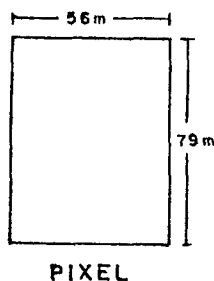
4- **SISTEMA ÓTICO** É composto por 24 fibras óticas que focalizam a radiação proveniente de uma cena de 79 por 79 metros do terreno que é denominada de "Elemento de Resolução no Terreno" (ERT).

5- **DETETORES** Possui 6 detetores por canal, onde a radiação é convertida em sinal elétrico, proporcional à radiância da porção da superfície terrestre e, posteriormente, são quantizados em valores de brilho ("Brightness Values-BV") de 0 a 63, sendo gravados ou transmitidos à Terra.

### 3.1.2 FORMAÇÃO DO "PIXEL"

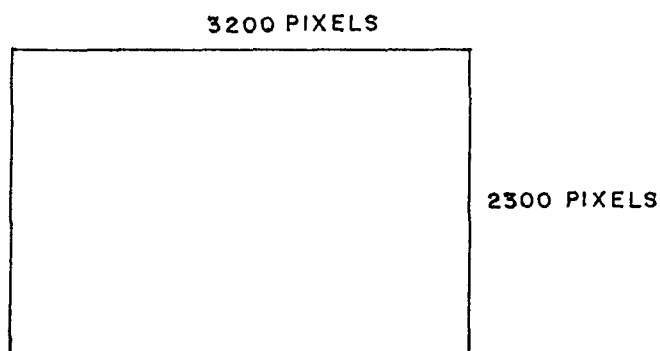
O fluxo de radiação proveniente do terreno que é recebido pelo espelho, produz, em cada detetor, um sinal a cada 9,95 microsegundos. Neste intervalo de tempo a visão instantânea de terreno (IFOV-"Instantaneous Field of View") move-se cerca de 56 metros no sentido da varredura. Então, a fim de preservar a relação espacial entre sentido de voo e sentido da varredura, é adotada a seguinte dimensão: 56 x 79 metros .

Tal área é denominada de elemento de resolução da imagem ou pixel ("picture element"), cuja forma inicial é retangular. Posteriormente, é transformada num quadrado (dependendo do instrumento) pela aplicação do fator de afinidade,  $\frac{79}{56} \sim 1,4$ .



### 3.1.3 FORMAÇÃO DA IMAGEM

Pela justaposição das linhas de varredura são transmitidos os dados do sistema MSS em imagem. Em cada canal uma cena é formada por 3200 elementos por coluna e 2300 linhas de varredura. Assim, uma cena abrange uma área de 185 x 185 quilômetros no Terreno.



### 3.1.4 CORREÇÕES DEVIDO AS DISTORÇÕES GEOMÉTRICAS DAS IMAGENS LANDSAT

1. Diferença de escalas x e y. O formato inicial da imagem Landsat está representada no item 3.1.3.

Cada pixel apresenta uma dimensão de 79 x 56 metros, tendo-se, deste modo, uma diferença de escala em x e y. Para corrigir tal diferença nas escalas, aplica-se o fator de afinidade de  $79/56 = 1,4$ . Desta maneira, é possível inserir linhas ou retirar colunas.

2. Efeito da rotação da Terra. Tal efeito está representado na figura IV e pode ser corrigido através da fórmula abaixo. (Ref. [11], pág. 4)

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\sqrt{\operatorname{sen}^2 i - \operatorname{sen}^2 \phi}}{\frac{1440}{U_T} - \cos i}$$

$\gamma$  = ângulo de deslocamento lateral das linhas em função da velocidade do satélite/velocidade de rotação da Terra (máxima no equador e mínima nos pólos)

$i$  = inclinação do satélite

$\phi$  = latitude local

$U_T$  = período de revolução (em minutos)

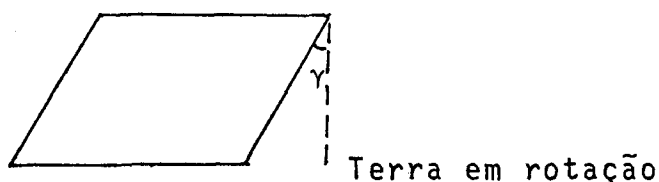
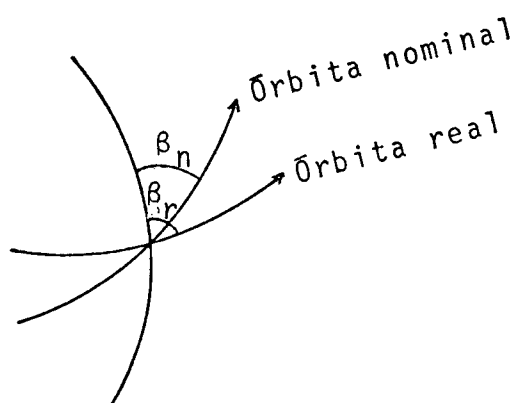


FIGURA IV - Relação entre velocidade do satélite e velocidade de rotação da Terra

Em um determinado meridiano, a relação entre velocidade do satélite e velocidade de rotação da Terra ocorre da seguinte maneira:



$$\gamma = \beta_r - \beta_n$$

$\beta_n$  = terra fixa  
(direção nominal)

$\beta_r$  = terra em rotação  
(direção real)

FIGURA V - Relação entre velocidade do satélite e velocidade de rotação da Terra em um meridiano qualquer.

Estas duas correções preliminares, fator de afinidade e efeito da rotação da Terra, não exigem grande tempo computacional e, também, não exigem pontos de apoio.

Para obtenção de imagens mais precisas, pode-se aplicar outros processos de ajustamento, como polinômios de 2º grau, os quais exigem pontos de apoio de terreno.

### 3.1.5 RECEPÇÃO E GRAVAÇÃO DOS DADOS

Quando a recepção e gravação dos dados do Landsat no Brasil é supervisionado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Em Cuiabá (MT) existe uma antena de rastreamento que recebe as imagens geradas pelo MSS e RBV.

Após a recepção e gravação, as fitas gravadas (HDDF-

High Density Digital Tape) são enviadas ao laboratório de processamento de imagens do INPE, em Cachoeira Paulista (SP).

As imagens são processadas eletronicamente por computador para correções radiométricas e geométricas. O quadro logo abaixo mostra as correções que são aplicadas no Brasil pelo INPE. (Ref. [12], pág. I.19-I.20).

Após, tais dados são convertidos em imagens fotográficas ou fitas compatíveis com o computador CCT ("Computer Compatible Tape").

PROCESSAMENTO DOS DADOS MSS	CORREÇÕES	MINIMIZAM
	RADIOMETRICA	O efeito "stripping" (linhas de intensidades diferentes para objetos idênticos).
	GEOMETRICA	As distorções introduzidas na imagem por fatores do sistema (variação de altitude, velocidade e altitude e rotação da Terra)

### 3.2 CARACTERÍSTICAS ORBITAIS DO LANDSAT

A órbita do Landsat é heliossíncrona e polar, que garante que o ângulo Sol-Terra-Satélite seja quase constante ( $37,5^{\circ}$ ), permitindo aos seus sensores tomarem imagem de uma área quase sempre com o mesmo ângulo e com boa iluminação o ano todo. Além disso, a órbita é geocêntrica, circular com altitude em torno de 900 km.

O satélite desloca-se do norte para o sul cruzando o Equador a cada 103 minutos. Em 24 horas são completadas 14 órbitas, e, ao final de 18 dias, o satélite cobre toda a superfície terrestre.

A seguir, tem-se um exemplo das órbitas do Landsat.

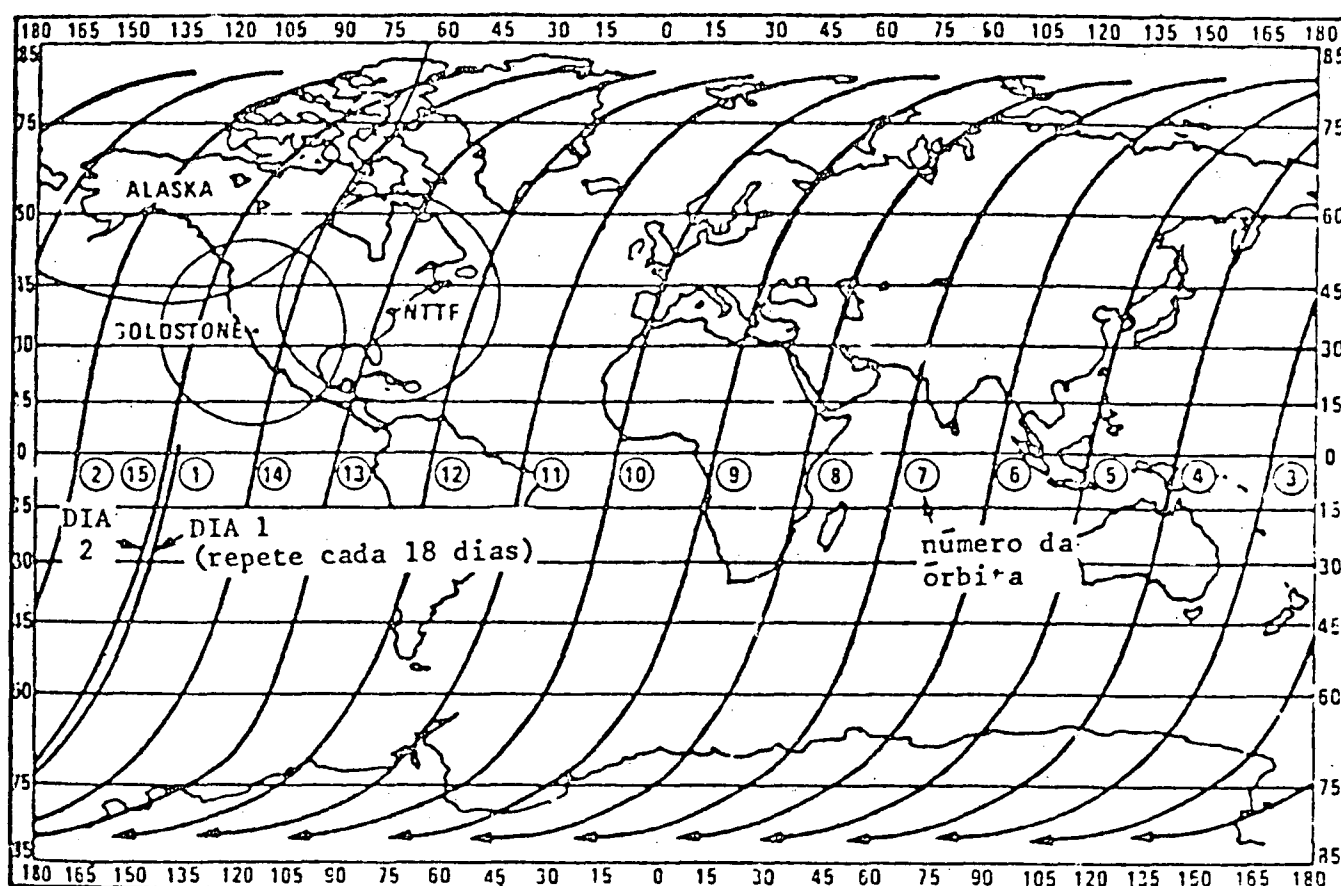


FIGURA IV - Projeção das órbitas do satélite sobre a Terra. (Ref. [13], pág. I.6)



### 3.3 PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO DA IMAGEM UTILIZADA NA PESQUISA

Na realização desta pesquisa foram utilizados dados obtidos do sistema Landsat, fornecidos pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e, posteriormente, processados na Universidade de Hannover (República Federal da Alemanha).

As informações semânticas coletadas pelo sensor MSS do Landsat foram processadas de maneira diferente, com objetivo de se obter um produto final, que facilite uma interpretação mais precisa destas imagens.

É de conhecimento geral que o imageador multiespectral MSS do Landsat fornece dados da superfície terrestre em 4 bandas espectrais, isto é, nos canais: 4, 5, 6, 7 (ver item 3.1.1.). Tais dados foram fornecidos por um conjunto de fitas CCT com as seguintes características:

1. DATA DA AQUISIÇÃO DA IMAGEM:	15 de julho de 1976
2. NÚMERO DA ÓRBITA BASE:	178
3. PONTO (Centro de imagem no mapa de órbitas):	PT30
4. LATITUDE E LONGITUDE DO CENTRO DA IMAGEM:	26°01' S 48°56' W
5. DISPOSITIVO SENSOR E CANAL UTILIZADO (para a imagem total tomada aqui é no canal 5):	5
6. ÂNGULO DE ELEVAÇÃO DO SOL:	EL 20°

7. AZIMUTE:	AZ 051°
8. PAÍS:	BRASIL
9. ORIENTAÇÃO DO SATELITE, MEDIDA NO SENTIDO HORÁRIO A PARTIR DO NORTE VERDADEIRO:	190°
10. GANHO E CODIFICAÇÃO DO SENSOR:	LC (Baixo)
11. ÓRBITA REAL:	20 258
12. NÚMERO DE PROCESSAMENTO QUE GEROU A CENA :	R02
13. ÓRGÃO E PROJETO:	INPE/LANDSAT
14. DATA DO PROCESSAMENTO:	13 DE ABRIL DE 1977
15. IDENTIFICADOR DA IMAGEM:	176197-115245-5
16. NÚMERO DA CENA:	043

Na Foto V tem-se a cena total dos dados e em destaque a área processada e utilizada na pesquisa.

O processamento digital da imagem utilizada na pesquisa foi executado em um computador CYBER 73/76, do Instituto de Fotogrametria da Universidade de Hannover (República Federal da Alemanha).

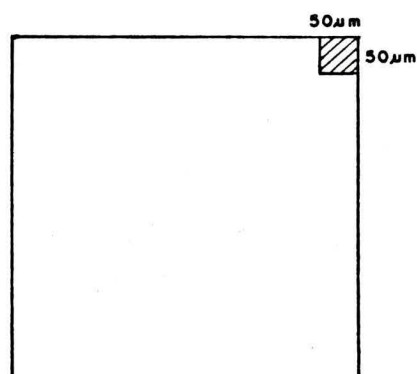
Várias etapas foram efetuadas até chegar ao produto final.

Inicialmente, foi aplicado um fator de afinidade que se explica da seguinte maneira. A imagem de cada canal é formada por 2300 linhas por 3200 colunas, totalizando uma área de 185 por 185 quilômetros na superfície da Terra.



FOTO V - Imagens MSS do Landsat no canal 5

Para que as escalas nas duas direções sejam iguais aplica-se o fator de afinidade. Assim, são inseridas linhas por interpolação para se obter uma geometria correta e não perder informação:  $79/56 = 1,41$ , devido ao fato de que cada elemento de resolução da imagem ou pixel associa-se a uma área de  $56 \times 79$  m na Terra. Deste modo, após esta aplicação o pixel toma a forma quadrada (optronics).



A seguir aplica-se o efeito da rotação da Terra (conforme a fórmula vista no item 3.1.4) que pode ser observado através da Figura VII

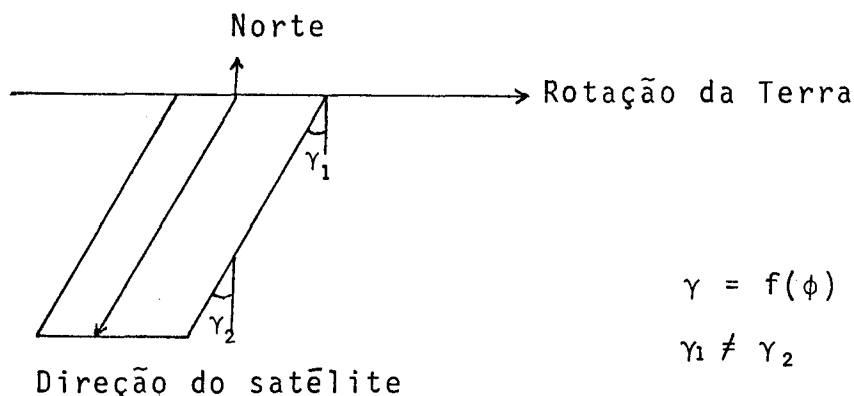


FIGURA VII - Efeito da rotação da Terra na imagem MSS

onde:

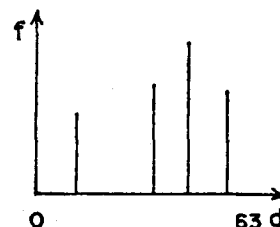
$\gamma$  é o ângulo que relaciona a velocidade do satélite e velocidade de rotação da Terra

Observa-se que a relação  $\gamma = f(\phi)$  não é rigorosamente constante em uma imagem, depende da latitude local.

Com estas duas etapas chegou-se a uma retificação grossa da imagem.

Então, os dados processados e gravados em fitas magnéticas são levados ao Optronics. O contraste da imagem é obtido através de um histograma, que permite selecionar informações por meio da frequência ( $f$ ) dos valores de brilho ( $d$ ) que são classificados no intervalo de 0 a 63.

Além do sistema Optronics, dispõe-se de uma tela digital (COMTAL) que



possibilita acentuar os contrastes da tonalidade destacando os principais elementos do terreno, interativamente pelo operador. No caso da imagem utilizada para o estudo dos sedimentos, os canais 5 e 7 também são misturados digitalmente no sistema de diálogo, COMTAL. Os resultados finais são transformados em fotos. Quanto à qualidade geométrica da imagem, é ótima para interpretação dos recursos naturais do terreno e para mapeamento temático, principalmente em escalas médias.

O Diagrama VI resume as etapas descritas anteriormente para obtenção de tal imagem.

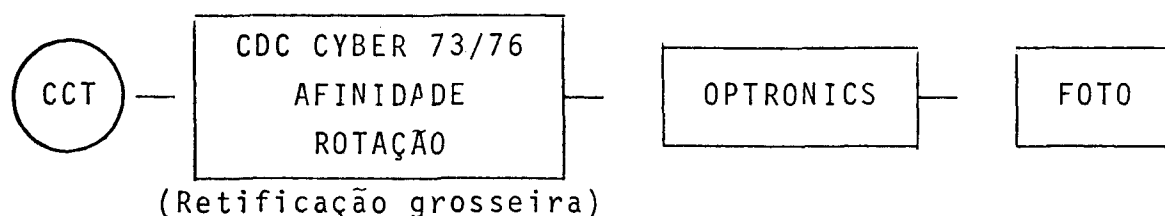


DIAGRAMA VI - Etapas para obtenção da imagem utilizada na pesquisa. (Ref. [14], pág. 4)

A escala de saída do Optronics para a imagem utilizada pode ser calculada com os valores\*:

56m	0,05mm	assim tem-se para escala da imagem	$E = \frac{0,05}{56.000} \approx \frac{1}{1.100.000}$
79m	1 pixel		

no terreno

Quanto à resolução da imagem, deve favorecer ao intérprete para poder detectar os elementos necessários ao seu tra

---

\* Sempre depois da aplicação do fator de afinidade, que garante escala igual nas duas direções.

balho. O Landsat caracteriza-se pela boa detecção dos fenômenos conjuntos do terreno, não querendo dizer com isso que objetos isolados não possam ser distinguidos, pois são função do bom contraste caracterizado na imagem.

## CAPÍTULO IV

### PROCESSAMENTO DE IMAGENS DO LANDSAT NO PLANICOMP C-100

#### 4.1 INTRODUÇÃO

A importância da restituição se faz cada vez mais necessária, pois através do estudo dos produtos dos sensores são conseguidos rapidamente mapas planimétricos ou altimétricos, os quais fornecem, em escalas uniformes, posições corretas das feições do terreno e das características marcadas por qualquer tipo de ocupação humana.

Com a finalidade de restituir uma área de grande importância para o Estado é que foi desenvolvida uma metodologia de orientação de imagens satélite no Planicomp C-100, uma vez que o tipo de sensor utilizado foi o Landsat MSS, do qual se dispunham diversas imagens em vários canais, o que facilitou na interpretação sedimentológica e no mapa temático final.

#### 4.2 MATERIAL UTILIZADO NA PESQUISA

Para realização da restituição e estudo sedimentológico da região foram utilizadas as imagens Landsat MSS pelas seguintes razões: fornecimento de informações globais, uma vez que abrange uma área grande em uma só imagem, facilitando na visualização do todo para a interpretação; informações preci-

sas e restritas, pois cada canal salienta as principais características naturais da superfície; fácil disponibilidade das imagens, pois não foi preciso recorrer a qualquer órgão para obtê-las.

A única desvantagem no uso destas imagens é a falta de informação altimétrica. Todavia, no presente caso, não é de importância vital, pois no mapeamento dos sedimentos não é necessária este tipo de informação.

Inicialmente, foram estudadas as imagens em diversos canais e procedeu-se ao reconhecimento e identificação precisa da área. A seguir, as imagens foram pré-selecionadas seguindo os critérios:

- possibilidade de distinção entre águas e terra, uma vez que grande parte da área é composta por águas marítimas e mangues;
- facilidade no reconhecimento da maioria dos pontos de controle de terreno estabelecidos;
- bom contraste na tonalidade dos valores de cinza;
- facilidade na identificação de sedimentos.

As imagens que satisfizeram as condições acima foram : para restituição de áreas (somente contornos mar/terra) foi escolhida a imagem no canal 6; para o estudo e delimitação dos principais tipos de sedimentos foi escolhida a imagem que mistura os canais 5 com 7. As características das imagens utilizadas podem ser vistas no Capítulo anterior item 3.6.

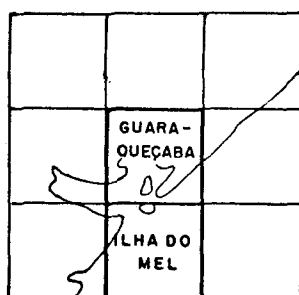


Foge ao objetivo primordial do trabalho o uso de fotografias aéreas (não filtram informações, isto é, fornecem uma visão global do terreno, a área não possui pontos de controle precisos), pois foi proposto o uso de imagens Landsat, uma vez que dia a dia se torna necessário a utilização de diferentes recursos, com o desenvolvimento de novas técnicas de interpretação visual. Não querendo dizer com isso que para auxílio na interpretação não seja lançado mão desse recurso convencional.

As imagens Radar não se prestam a este tipo de interpretação porque a maior parte da área estudada é a região ma rítima, e é sabido que a água nestas imagens é refletida como um espelho, não exibindo os sedimentos.

As cartas disponíveis aparecem em diversas escalas, mas as informações que delas podemos retirar são restritas, consequentemente incompletas e quase sempre desatualizadas. Todavia, foram utilizadas para retirada de coordenadas, comparação com o mapa final e auxílio na interpretação dos sedimentos. O material cartográfico utilizado nesta etapa foi fornecido pela Diretoria do Serviço Geográfico (DSG), possuindo as seguintes características observadas na Tabela I.

Articulação das folhas usadas na escala 1:50.000:



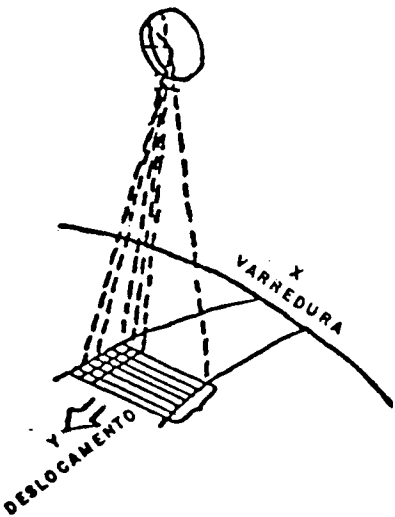
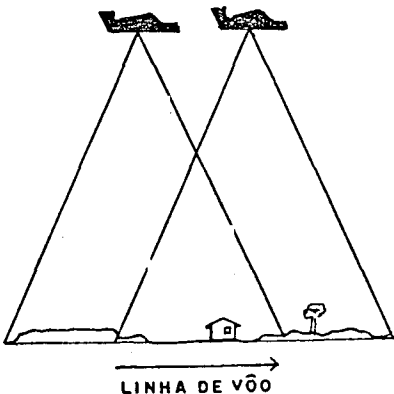
NOME DA CARTA	POSIÇÃO	PROJEÇÃO	ESCALA	DESCRIÇÃO GERAL	EQUIDISTÂNCIA DAS CURVAS DE NÍVEL	RESTITUIÇÃO FOTOGRÁFICA
GUARAQUEÇABA	folha SG-22-X-D-III	UTM	1:100.000	Abrange a Baía das Laranjeiras com a Ilha das Peças, Superagüí, Ilha Rasa e norte da Ilha do Mel	40m	1970
GUARAQUEÇABA	folha SG-22-X-D-III-3	UTM	1:50.000	Abrange a Baía das Laranjeiras com a Ilha das Peças, Superagüí, Ilha Rasa e norte da Ilha do Mel	20m	1970
ILHA DO MEL	folha SG-22-X-D-VI-1	UTM	1:50.000	Abrange a Ilha do Mel, Ilha Rasa, Ilha da Cotinga, Praia de Pontal do Sul	20m	1970

TABELA I - Cartas utilizadas na pesquisa

### 4.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS A SEREM INTRODUZIDOS NO PLANICOMP PARA A ORIENTAÇÃO DAS IMAGENS

#### 4.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Partindo-se do princípio que o Planicomp C-100 é um instrumento analítico concebido para o uso de fotografias aéreas convencionais, fez-se uma comparação entre fotos e imagens satélite, analisando-se as características de projeção dos dois tipos de imagens. Para tal, estabeleceu-se um paralelo:

IMAGENS SATELITE (Landsat MSS)	FOTOGRAFIAS AÉREAS
 <p>Obs: são obtidas por varreduras transversais no sentido do deslocamento do satélite. A imagem é uma projeção ortogonal ao longo da órbita e central no sentido da varredura do espelho.</p>	 <p>Obs: a fotografia é uma projeção central onde as imagens são formadas por raios de projeção tomando como centro de projeção (centro de perspectiva) a objetiva.</p>

Em ambas as imagens existem paralaxes em  $x$ , pois o terreno é sujeito a variações em altitude. Nas fotografias aéreas convencionais este tipo de paralaxe é usada para determinações de altitudes e desníveis.

As paralaxes em  $y$  não existem nas imagens satélite, pois estas são isentas de diferença em escala. Nas fotografias aéreas ocorrem, devendo ser eliminadas, uma vez que atrapalham na formação do modelo estereoscópico.

Os conceitos descritos a seguir, basearam-se em fotografias aéreas convencionais, dando base para a orientação das imagens Landsat MSS no Planicomp C-100.

#### 4.3.1.1 CONCEITOS DE ORIENTAÇÃO

O princípio geométrico da estereofotogrametria pode ser observado na Figura VIII. A área a ser mapeada é fotografada em duas diferentes posições da câmara  $O_E$  e  $O_D$ . A área comum, coberta pelas duas fotografias, é chamada de superposição estereoscópica. Cada fotografia pode ser considerada como um feixe de raios de luz vindo do espaço objeto, passando pelo ponto nodal do sistema de lentes da câmara e sendo registrado no filme fotográfico.

Existem vários tipos de instrumentos fotogramétricos que permitem a formação de modelos estereoscópicos.

Quer em instrumentos analíticos, ou em instrumentos analógicos, ambos requerem que sejam efetuadas orientações dos negativos ou diapositivos para formação do modelo estereoscó-

pico.

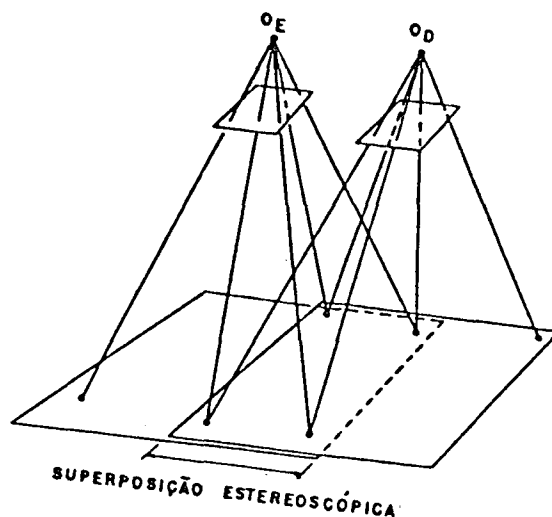


FIGURA VIII - Princípio geométrico da estereofotogrametria. (Ref. [15], pág. 48).

A primeira orientação a ser efetuada é a interior, cuja função é a reconstrução do feixe de raios que gerou a fotografia. Tal situação é definida pelos seguintes parâmetros: distância focal (que em fotos convencionais é fornecida a priori), posição do ponto principal no plano da imagem é característica das distorções geométricas do sistema de lentes.

Em primeiro lugar, deve-se inserir os negativos ou diapositivos dentro do instrumento fotogramétrico utilizado. As marcas fiduciais desempenham, neste ponto, um papel importante, pois através da relação entre o sistema de coordenadas de foto e o sistema de coordenadas do instrumento consegue-se a localização correta do ponto principal fazendo com que este coincida com o eixo ótico ou mecânico do projetor.

A seguir efetua-se a orientação relativa, que visa recuperar a posição relativa da câmara no instante da tomada da foto. Assim, neste instante, reproduz-se os pares de raios de cada ponto do terreno. Torna-se necessária a remoção das paralaxes na direção  $y$  (perpendicular à linha de vôo) que são

incorporadas no modelo antes da orientação relativa, ficando estabelecido o modelo estereoscópico.

Formado o modelo estereoscópico é necessário introduzir uma escala única e nivelá-lo em relação ao horizonte de referência, necessitando-se de coordenadas (pelo menos 3) de pontos de apoio de terreno. Assim tem-se a transformação do sistema de modelo para o sistema de terreno. Esta etapa denomina-se de orientação absoluta.

Feito isto, pode-se iniciar o processo de restituição da área designada destacando e estudando os aspectos desejados.

#### 4.3.2 PARÂMETROS PARA ORIENTAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT MSS NO PLANICOMP C-100

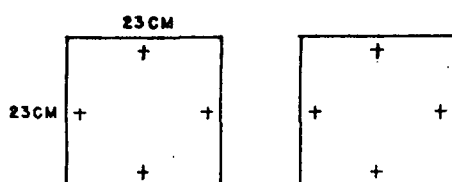
Sabendo-se que a geometria de fotografias aéreas comuns é diferente da geometria de imagens Landsat MSS, a título de pesquisa, tentar-se-á tratar os dados MSS como se fossem fotografias aéreas convencionais, sem perder, todavia, muita precisão na restituição.

Consultando o manual de uso do Planicomp C-100 para a orientação de diapositivos, foi observado que, antes de procedê-la é necessário delimitar alguns parâmetros e introduzi-los em sua memória com o programa de serviço denominado "PARAMETER CONTROL".

Para melhor compreensão foi estabelecido um paralelo com fotos convencionais:

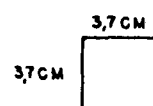
-Parâmetros estabelecidos para fotos comuns, os dados usados foram retirados do Manual de Utilização. (Ref. |16|, pág. 51-1088).

-São utilizadas duas fotos de 23 x 23cm



-Parâmetros estabelecidos para imagens MSS do Landsat.

-Foi utilizada somente uma imagem de 3,7 x 3,7cm



-JOPN - nome do operador, se faz necessário porque é possível saber quem utilizou pela última vez o sistema.

JOPN? HBB

JOPN? SONY

-MONA - nome do modelo, é dado pelo operador. Deve ser escolhido em concordância com o que será explorado da imagem, facilitando assim, ao operador, lembrar-se do nome.

MONA? DAUN-MEHREN 209/213

MONA? SONY LSAT 3.1

-SCGM - escala do modelo. Tal escala é arbitrária, independe da escala da foto. Não influencia na precisão final.

SCGM? 1:10.000

SCGM? 1:800.000

-SCGT - escala da mesa, isto é, escala de restituição da área estudada.

SCGT? 1:500

SCGT? 1:100.000

A resolução das imagens Landsat é de 80m, tendo resolução gráfica de 0,2mm, assim a escala teórica seria:

$$\frac{0,2\text{mm}}{80\text{m}} = 1/400.000$$

Todavia, a escala ideal de restituição no caso é 1:100.000, pois é uma escala onde torna-se possível representar os detalhes do terreno com clareza, permitindo que parte da área possa ser avaliada, no que se refere a precisão dos contornos em relação a escala escolhida e também por ser uma escala que represente em um pequeno pedaço de papel a totalidade da imagem.

-SCXG - unidade dos pontos de apoio por mm (x/y)

$$\text{SCXG? } \frac{\text{m}}{\text{mm}} \\ 1.000$$

$$\text{SCXG? } \frac{\text{km}}{\text{mm}} \\ 1.000.000$$

-SCZG - unidade dos pontos de apoio por mm (z)

$$\text{SCZG? } \frac{\text{m}}{\text{mm}} \\ 1.000$$

$$\text{SCZG? } \frac{\text{km}}{\text{mm}} \\ 1.000.000$$

-ICOP - diferente de zero se os dados da câmara da foto esquerda são iguais para a da direita.

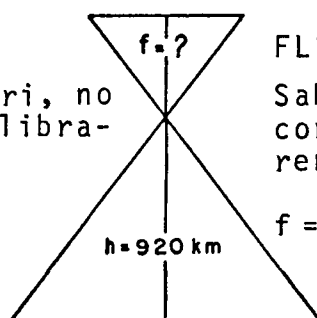
$$\text{ICOP? } 1$$

$$\text{ICOP? } 1$$

-FL - distância principal da foto da esquerda em mm

$$\text{FL? } 153\text{mm}$$

(conhecida a priori, no certificado de calibração da câmara).



$$\text{FL? } 836\text{mm}$$

Sabe-se que: 9mm da imagem corresponde a 9,9km no terreno então tem-se que:

$$f = \frac{9\text{mm} \cdot 920\text{km}}{9,9\text{km}} \approx 836,4\text{mm}$$

(f é fictício)



---

-FDXL - distância entre as marcas fiduciais da foto esquerda na direção x em mm

FDXL? 226mm

FDXL? 37mm (não dispõe-se de marcas fiduciais)

---

-FDYL - distância entre as marcas fiduciais da foto esquerda na direção y em mm

FDYL? 226 mm

FDYL? 37mm

---

-FR - distância principal da foto da direita em mm

FR? 153mm

FR? 836mm (mesma explicação de FL)

---

-FRXR - distância entre as marcas fiduciais da foto direita na direção x em mm

FRXR? 226mm

FDXR? 37mm

---

-FRYR - distância entre as marcas fiduciais da foto direita na direção y em mm

FRYR? 226mm

FDYR? 37mm

---

-IDIS - sem (=0) ou com ( $\neq 0$ ) correção da distorção da objetiva.

IDIS? 0

IDIS? 0

---

-IWR - número lógico da unidade de saída dos programas de serviço utilizados no caso 1 (tela)

IWR? 1

IWR? 1

---

-IRE - número lógico da unidade de saída dos programas de listagens utilizados, no caso 1 (tela)

IRE? 1

IRE? 1

---

---

-SCH - milímetros por impulso das manivelas (velocidade das manivelas)

SCH? 0,001

SCH? 0,001

---

-SCF - milímetros por impulso dos pedais (velocidade dos pedais)

SCF? 0,001

SCF? 0,001

---

-ERAD - raio da Terra, deve acompanhar a unidade das coordenadas dos pontos de apoio

ERAD? 6.370.000m

ERAD? 6.370km

---

-TOSC - tolerância em escala, admitida na orientação interior

TOSC? 0,2 mm

TOSC? 0

sempre sai do valor de controle.

---

-TORE - tolerância em retangularidade admitida na orientação interior

TORE? 0,001 rad

TORE? 0

sai sempre do valor de controle

---

Para fotos comuns são necessários somente os parâmetros acima. Todavia, para imagens satélite será necessário introduzir mais alguns parâmetros para controle durante as orientações, a fim de formar um "modelo estereoscópico".

OML, OMR, PHL, PHR, RKAL, RKAR, são ângulos de rotação: omega, phi e kappa das fotos da esquerda e direita, no

sentido horário em graus. No início das orientações devem estar com valor zero, para serem controlados durante a orientação relativa. Então:

OML? 0	PHR? 0
OMR? 0	RKAL? 0
PHL? 0	RKAR? 0

RKAG - ângulo de rotação do sistema de terreno em relação ao sistema de modelo, no sentido horário em graus. Recomenda-se zero, para ser possível o controle durante as orientações.

RKAG? 0

-RKAT - ângulo de rotação do sistema da mesa, em relação ao sistema do modelo, no sentido horário em graus. Recomenda-se zero, para ser possível o controle durante as orientações.

RKAT? 0

-XG0, YG0, ZG0 - possibilitam a observação do centro do modelo em coordenadas do terreno. Ao operador iniciante recomenda-se colocar zero, para não se confundir ao controlar os parâmetros, pois os mesmos modificar-se-ão no decorrer das orientações.

XG0? 0

YG0? 0

-SCXL, SCYL, SCXR, SCYR - contração do diapositivo ( relação entre as escalas real e nominal ) nas direções x e y das fotos esquerda e direita. Recomenda-se zero ao operador iniciante.

SCXL? 0

SCYL? 0

SCXR? 0

SCYR? 0

-BX, BY, BZ - componentes da base em x, y, z. BX é a base na direção x. No caso, a base é introduzida arbitrariamente, uma vez que não existe outra imagem (na direita)

BX? 2mm

BY? 0

BZ? 0

-BXL, BYL, BZL, BXR, BYR, BZR - componentes da base em x, y, z como vetores do centro de projeção esquerda e direita, no sistema de modelo em mm

BXL? -1.000mm

BXR? 1.000mm

BYL? BYR ? 0

BZL? BZR? 0

A seguir tem-se uma listagem dos parâmetros introduzidos no Planicomp para a imagem Landsat utilizada na pesquisa.

```

PARAMETER CONTROL
! JOPN
      SONY      ?
! MONA
      SONY LSAT 3.1 ?
! SCGM
      =800000.00000 ?
! SCGT
      =100000.00000 ?
! SCXG
      =1000000.0000 ?
! SCZG
      =1000000.0000 ?
! ICOP
      =      1 ?

```

```

! FL
  = 836.000000 ?
! FDXL
  = 37.000000 ?
! FDYL
  = 37.000000 ?
! FR
  = 836.000000 ?
! FDXR
  = 37.000000 ?
! FDYR
  = 37.000000 ?
! IDIS
  = 0 ?
! IWR
  = 1 ?
! IRE
  = 1 ?
! SCH
  = .001000 ?
! SCF
  = .001000 ?
! ERAD
  = 6370.000000 ?
! TOSC
  = 0.000000 ?
! TORE
  = 0.000000 ?
! OML
  = 008557 ? PARAMETROS INSERIDOS
! OMR
  = .015487 ? LOGO APOS AS ORIEN-
! PHL
  = .076720 ? TACOES
! PHR
  = .076566 ?
! RKAG
  = -10.723682 ?
! RKAT
  = 0.000000 ?
! XG0
  = 769.710450 ?
! YG0
  = 7175.913100 ?
! SCXL
  = 1.005347 ?
! SCYL
  = 1.005577 ?
! SCXR
  = 1.005340 ?
! SCYR
  = 1.005539 ?
! BX
  = 2.860915 ?
! BY
  = .069101 ?
! BZ
  = .010353 ?

```

```

! BXL
  = -1.430458 ?
! BYL
  = -.034551 ?
! BZL
  = -.005176 ?
! BXR
  = 1.430458 ?
! BYR
  = .034551 ?
! BZR
  = .005176 ?

```

END OF PAR CONTROL

### 4.3.3 METODOLOGIA DE ORIENTAÇÃO

A metodologia de orientação aqui empregada, para obtenção de um modelo estereoscópico fictício, baseou-se nos mesmos procedimentos das fotografias aéreas convencionais. Todavia, os resultados devem ser interpretados sempre tendo em vista a resolução das imagens MSS.

Somente após a delimitação e introdução dos parâmetros na memória do Planicomp, é possível iniciar as orientações, que foram divididas em etapas para uma melhor compreensão.

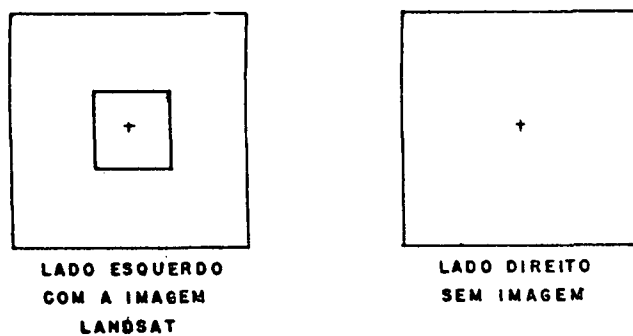
#### 1A. ETAPA: ORIENTAÇÃO INTERIOR

Inicialmente, é necessário posicionar corretamente os carros porta-placas no centro de cada um dos lados do Planicomp, para ser mais cômoda e correta a colocação dos diapositivos. Pode-se usar para tal o programa de Orientação Interior ou manualmente com as manivelas.

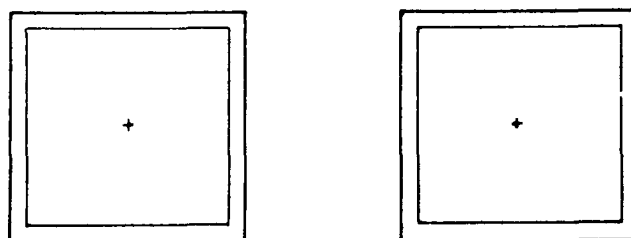
Assim, o carro porta-placas está corretamente posicionado, permitindo que sejam colocadas as imagens.

Nesta pesquisa trabalhar-se-á somente com uma imagem. Sendo assim, é possível escolher o lado esquerdo ou direito do porta-placas. No caso, a imagem foi colocada do lado esquerdo.

A medida do porta-placas é padrão: 24cm por 24cm e no seu centro e nas laterais estão inscritas cruzeiras pequenas. Como a imagem utilizada possui 37mm por 37mm, foi colocada aproximadamente no centro.



Com fotos convencionais o procedimento é o mesmo, utilizando-se porém duas fotos consecutivas, isto é, que formem uma faixa com recobrimento lateral. Assim, os diapositivos devem ser posicionados antes das margens dos vidros do carro porta-placas:



Após, em ambos os casos, deve-se fechar as duas tampas de acrílico que fornecem a iluminação dos diapositivos. Logo em seguida deve-se ajustar a visão, ou seja, torná-la nítida.

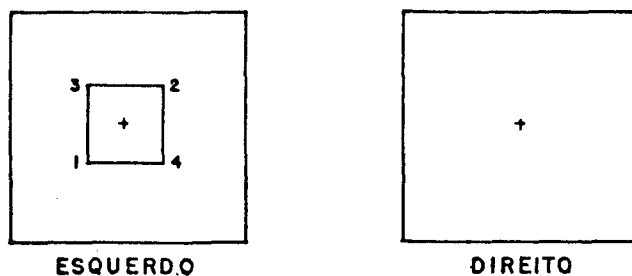
As marcas estereoscópicas independentes também podem ser variadas de acordo com a claridade da região (brancas ou negras), durante o trabalho. Pode-se, então, proceder à orientação própria dita.

A fim de orientar o ponto principal da imagem de acordo com o sistema de coordenadas do instrumento fotogramétrico deve ser efetuada a orientação interior.

Para orientação interior de diapositivos no Planicomp são utilizadas as marcas fiduciais gravadas nas imagens. Contudo, o diapositivo do Landsat aqui utilizado não possui tais marcas, recorrendo-se assim aos seus quatro cantos.

Após a colocação correta do diapositivo deve-se proceder a orientação interior, que deve ser começada do lado em que foi fixado o diapositivo, para dispor de referência numérica para o outro lado que está vazio.

Começou-se do lado esquerdo, colocando-se a marca estereoscópica no canto inferior esquerdo (ponto número 1 da figura abaixo).





Neste primeiro ponto, por exemplo, as coordenadas de imagem obtidas foram:

$X_e$ : -15,731 mm

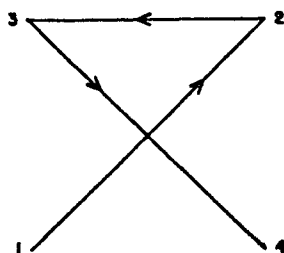
$Y_e$ : -17,855 mm

$X_d$ : -15,731 mm

$Y_d$ : -17,855 mm

Para o mesmo primeiro ponto no lado direito, foram inseridas através das manivelas as mesmas coordenadas de  $x$  da esquerda e de  $y$  da esquerda. Foi estabelecida, então, que a posição do ponto número 1 para a "foto" da esquerda é a mesma para a "foto" da direita.

Com os pontos seguintes deve-se proceder igualmente ao primeiro ponto, seguindo o esquema:



Como exemplo tem-se uma listagem da orientação interior da imagem Landsat utilizada na restituição.

Os valores da orientação interior da imagem Landsat se rão sempre variáveis e aceitos, pois terminada a orientação o modelo deverá ser armazenado e o diapositivo será retirado, pa ra que outra pessoa possa fazer uso do sistema. Sendo assim, quando forem recolocados nunca estarão no mesmo lugar da orien

tação anterior, então esta deverá ser refeita recuperando - se desta maneira as demais orientações.

```

MODEL SONY LSAT 3.1          OPERATOR SONY          DATE 1983.
                                     9.14.13.38
INTERIOR ORIENTATION
  USING 4 FIDUCIALS

  LEFT PHOTO

** RECTANGULARITY OUT OF TOLERANCE .0001 TOL0.0000
** X-FIDUCIAL DIST OUT OF TOLERANCE .1816 TOL0.0000
** Y-FIDUCIAL DIST OUT OF TOLERANCE .2051 TOL0.0000

  RIGHT PHOTO

** RECTANGULARITY OUT OF TOLERANCE .0001 TOL0.0000
** X-FIDUCIAL DIST OUT OF TOLERANCE .1815 TOL0.0000
** Y-FIDUCIAL DIST OUT OF TOLERANCE .2037 TOL0.0000
*
** ACCEPTED ?
  YES

  OK
END OF INTORIENT

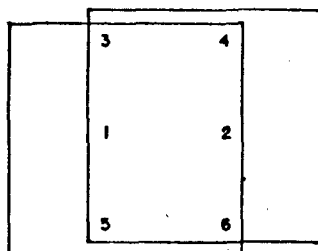
```

Com fotos convencionais o procedimento é quase semelhante, com a diferença que dispõe-se de duas imagens, que possuem marcas fiduciais, não requerendo ser inseridos valores manuais para uma das imagens.

## 2A. ETAPA: ORIENTAÇÃO RELATIVA

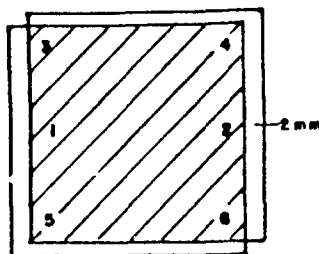
A fim de eliminar as paralaxes verticais (py), efetua-se a orientação relativa.

Na orientação relativa são utilizados os 6 pontos de "Von Gruber", ordenados da seguinte maneira:



Para o diapositivo aqui utilizado, foi estabelecida uma base de 2mm (arbitrária) na direção x para todos os pontos. Ativado o programa de orientação relativa, a marca estereoscópica posiciona-se imediatamente no primeiro ponto de Von Gruber do lado esquerdo, para o lado direito insere-se, através das manivelas, a mesma coordenada do primeiro ponto em x acrescida de 2mm. O mesmo deverá ser feito para os demais pontos.

Assim, consegue-se que a paralaxe artificial seja zero ou próxima a zero.



Como as fotos convencionais já possuem uma base natural, não é necessário recorrer ao método acima. Deve-se localizar, com a marca estereoscópica, o mesmo ponto tanto no diapositivo da direita como no da esquerda, aí torna-se importante a acuidade visual do operador.

A seguir será apresentada a orientação relativa do "modelo" formado com a imagem Landsat:

```

RELATIVE ORIENTATION
WITH LEFT PHOTO FIX IN ORTHO MODE
MEASURED PY-POINTS :
    1
    2
    3
    4
    5
    6
END OF AUTOMATIC POSITIONING
USING 6 PARALLAXE POINTS

** ITERATION NOT CONVERGING
** CORRECTIONS OF 7TH ITERATION
** DOMEGA      DPHI      DKAPPA      BY      BZ
** -.43E-03 -.31E-04 .30E-05 -.86E-02 .10E-03
** ERROR IN PARALLAXE POINTS, BAD POINT CONFIGURATION
** OR INADEQUATE APPROXIMATE VALUES FOR ORIENTATION PARAMETERS

COMPUTATION BY 7 ITERATIONS
SIGMA 0 = .001

RESIDUAL PARALLAXES IN PHOTO
POINT Y-PARALLAXE
    1      -.000
    2      -.000
    3      -.000
    4      -.000
    5      -.000
    6      -.000
MEAN      .000

** ACCEPTED ?
YES

NEW MODEL PARAMETERS :
      LEFT      RIGHT      MODEL BASE
OMEGA      .053      .060      BX      1.807
PHI         .096      .096      BY         .044
KAPPA       -.000      .000      BZ         .006

OK
END OF RELORIENT

```

É possível avaliar o que está ocorrendo com o modelo , após a orientação interior e relativa.

MODEL SONY LSAT 1                      OPERATOR SONY                      DATE 1983. 9.14.13.28

MODEL SCALE 1: 800000      TABLE SCALE 1: 100000      PHOTO SCALE 1: 952176

ORIENTATION DATA	LEFT PHOTO	RIGHT PHOTO		MODEL
F	836.000	836.000	FLIGHT HEIGHT	<u>796</u>
OMEGA	<u>.053</u>	<u>.060</u>	ABOVE GROUND	
PHI	<u>.096</u>	<u>.096</u>		
KAPPA	<u>-.000</u>	<u>.000</u>	AZIMUT	<u>-9.426</u>
BX	<u>-.903</u>	<u>.903</u>	MODEL ( XG0	<u>769.68</u>
BY	<u>.006</u>	<u>.050</u>	CENTER ( YG0	<u>7175.78</u>
BZ	<u>-.008</u>	<u>-.002</u>	POSITION( ZG0	<u>946.02</u>

MODEL BASE: B = 1.808 (ORTHO)      EARTH CURV.CORR.: R = 6370

#### ORIENTATION REPORT

ABSOLUTE ORIENT.	USED CONTROL POINTS	PLANIMETRY	0	ELEVATION	0
	POINT NO.		0		
	RESIDUAL COORDINATE ERRORS		MEAN		MAX
		X	0.000		0.000
		Y	0.000		0.000
		Z	0.000		0.000

RELATIVE ORIENT.	USED PARALLAX POINTS	6			
	RESIDUAL PARALLAXES		MEAN	.000	MAX - .000

INTERIOR ORIENT.	USED FIDUCIALS	1234		LEFT	RIGHT
			X-SHRINKAGE	1.005347	1.005340
			Y-SHRINKAGE	1.005577	1.005539
			RECTANGUL.	.00104	.00106

REMARKS:

A escala do modelo e a escala da mesa são fixas, pois já foram introduzidas nos parâmetros de controle. Observa-se que a escala de foto não é definitiva.

Após a orientação absoluta, todos os dados de orientação grifados modificar-se-ão, como poderá ser observado logo após a 3a. etapa.

### 3A. ETAPA: ORIENTAÇÃO ABSOLUTA

A 3a. etapa será dividida em duas partes. A primeira refere-se à escolha dos pontos de controle de terreno e a segunda à orientação absoluta propriamente dita.

#### 1a. PARTE - Escolha e armazenamento dos pontos de apoio

Antes da orientação absoluta é necessário o estabelecimento de pontos de controle de terreno. Então, através de cartas fornecidas pela DSG na escala 1:50.000 foram estabelecidas e retiradas coordenadas de 41 pontos (em km), bem distribuídos ao longo da região.

O critério adotado para estabelecimento destes pontos foi a facilidade de reconhecimento na imagem. No decorrer da orientação absoluta alguns pontos foram sendo eliminados, pois a maior parte da região é coberta por mar, e os pontos localizam-se no limite água/terra, estando, assim, sujeitos ao avanço do mar ou depósito de sedimentos.

As coordenadas são UTM e foram armazenadas na memória de terreno do Planicomp ("Ground Memory").

Cabe ressaltar que, como se trata de orientação de imagens Landsat, não é possível trabalhar com dados altimétricos. Todavia, o Planicomp exige o registro de coordenadas altimétricas. Deste modo, foram registradas coordenadas mínimas e iguais em todos os pontos para Z (o Sistema Planicomp não aceita  $Z = 0,000$ ).

A seguir pode ser observada a listagem da memória de terreno, onde estão contidos todos os pontos de apoio da região em estudo.

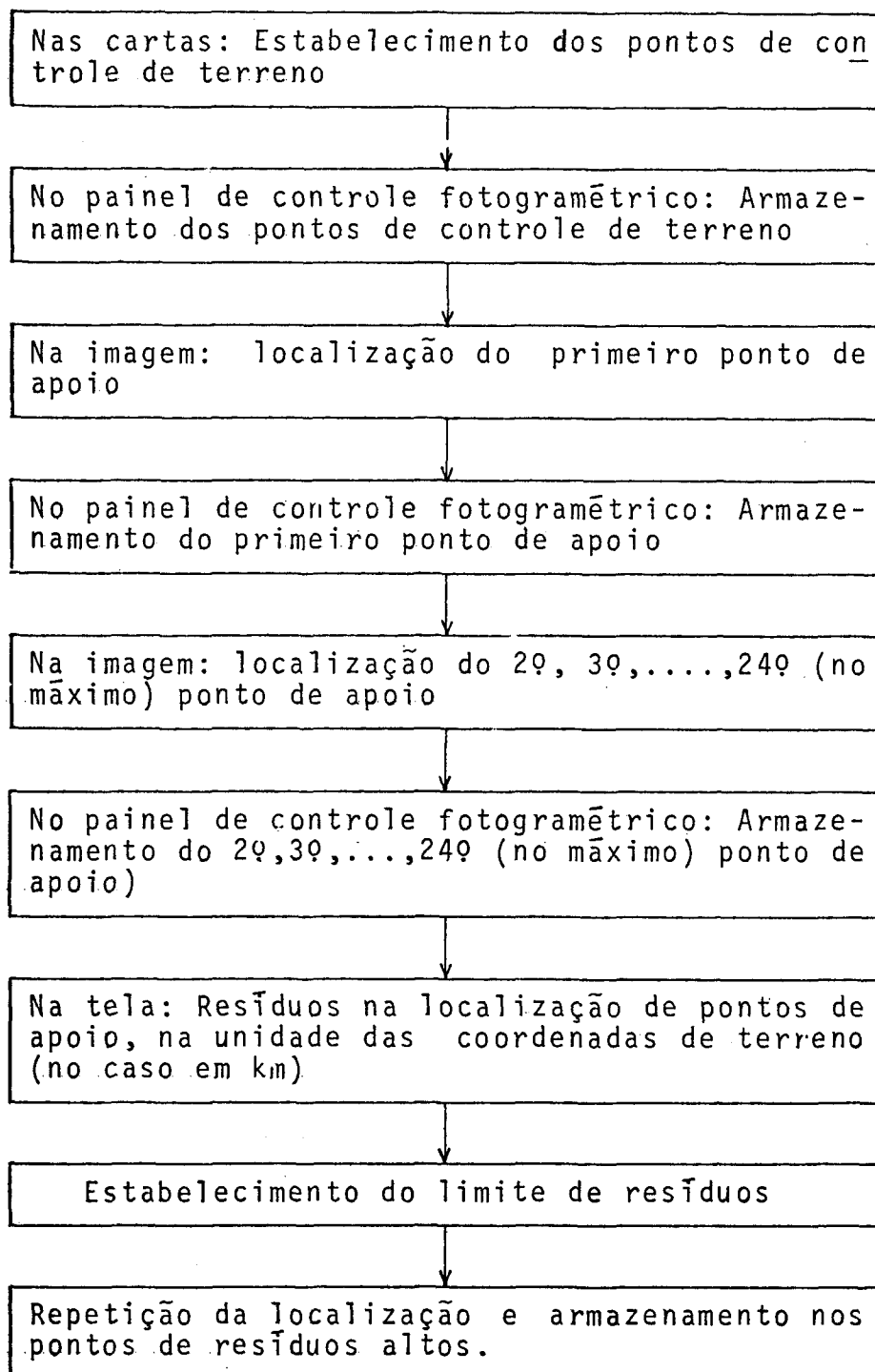
POINT	XG	YG	ZG	REGISTER
3001	760.850	7196.500	.100	1
3002	762.200	7195.350	.100	2
3003	761.650	7193.800	.100	3
3004	763.200	7194.200	.100	4
3005	761.600	7192.300	.100	5
3006	759.900	7189.900	.100	6
3007	758.900	7189.350	.100	7
3008	759.700	7187.500	.100	8
3009	760.120	7185.850	.100	9
3010	759.550	7184.850	.100	10
3011	758.950	7184.750	.100	11
3012	758.550	7179.050	.100	12
3013	755.200	7175.600	.100	13
3014	757.400	7174.450	.100	14
3015	759.850	7172.800	.100	15
3016	757.750	7172.050	.100	16
3017	753.400	7175.200	.100	17
3018	754.850	7171.750	.100	18
3019	759.800	7171.150	.100	19
3020	755.000	7167.200	.100	20
3022	769.300	7168.950	.100	21
3023	769.750	7168.550	.100	22
3024	771.400	7169.500	.100	23
3025	772.150	7171.600	.100	24
3026	772.350	7172.650	.100	25
3027	770.600	7175.800	.100	26
3028	769.600	7177.050	.100	27
3029	765.800	7177.800	.100	28
3030	763.150	7176.700	.100	29
3031	766.550	7174.100	.100	30
3032	770.750	7172.650	.100	31
3033	769.350	7170.100	.100	32
3034	758.250	7178.400	.100	33
3035	767.200	7196.900	.100	34
3036	768.250	7194.300	.100	35
3037	770.300	7191.060	.100	36
3038	767.850	7181.750	.100	37
3039	776.400	7180.450	.100	38
3040	780.300	7180.400	.100	39
3041	777.350	7194.200	.100	40
3021	764.000	7172.050	.100	41

## 2a. PARTE - Orientação absoluta

Com a finalidade de introduzir uma escala correta no modelo estereoscópico e nivelá-lo em relação ao horizonte se-

rã efetuada a orientação absoluta.

Uma vez estabelecido o "modelo", o procedimento para orientação absoluta é o mesmo que para fotos convencionais. A seguir, tem-se um fluxograma no qual representou-se as etapas da orientação absoluta:





No caso, foi estabelecido que os resíduos não ultrapassassem 100 metros, pois deve-se lembrar que o trabalho foi efetuado com imagem satélite, assim alguns pontos foram refeitos, outros eliminados, como pode ser observado nas listagens da orientação absoluta a seguir. Todavia a tolerância recomendável é: 3 x sigma 0.

COMPUTATION BY 2 ITERATIONS  
SIGMA 0 = 0.03

# RESIDUALS AT CONTROL POINTS AFTER ABSORIENT

I	POINT	DXG	DYG	D.G.
1	3001	.095	-.013	-.009
2	3004	.078	-.022	-.001
3	3035	.074	-.063	-.007
4	3036	-.080	-.014	-.001
5	3005	.015	.091	0.000
6	3006	-.027	-.050	.003
7	3008	.072	-.102	.006
8	3038	-.117	.090	.009
9	3039	.101	.136	0.000
10	3012	-.072	.081	.003
11	3010	-.074	-.046	.002
12	3037	.009	.102	.004
13	3015	.088	-.171	-.001
14	3019	-.093	-.045	-.003
15	3021	.074	.047	.001
16	3033	.111	.138	-.000
17	3022	-.131	-.040	-.003
18	3023	-.035	-.089	-.004
19	3024	.028	-.104	-.004
20	3026	-.100	.057	.000
21	3030	-.158	.094	.009
22	3034	.010	-.093	.005
23	3017	.120	.018	-.010
	MEAN	.086	.085	.005

# ABSOLUTE ORIENTATION

## ALREADY MEASURED ORIENTATION POINTS

I	POINT	XG	YG	ZG	
1	3001	760.850	7196.500	.100	CONTROL POINT
2	3004	763.200	7194.200	.100	CONTROL POINT
3	3035	767.200	7196.900	.100	CONTROL POINT
4	3036	768.250	7194.300	.100	CONTROL POINT
5	3005	761.600	7192.300	.100	CONTROL POINT
6	3006	759.900	7189.900	.100	CONTROL POINT
7	3008	759.700	7187.500	.100	CONTROL POINT
8	3038	767.850	7181.750	.100	CONTROL POINT
9	3039	776.400	7180.450	.100	CONTROL POINT
10	3012	758.550	7179.050	.100	CONTROL POINT
11	3010	759.550	7184.850	.100	CONTROL POINT
12	3037	770.300	7191.060	.100	CONTROL POINT
13	3019	759.800	7171.150	.100	CONTROL POINT
14	3021	764.000	7172.050	.100	CONTROL POINT
15	3033	769.350	7170.100	.100	CONTROL POINT
16	3022	769.300	7168.950	.100	CONTROL POINT
17	3023	769.750	7168.550	.100	CONTROL POINT
18	3024	771.400	7169.500	.100	CONTROL POINT
19	3026	772.350	7172.650	.100	CONTROL POINT
20	3030	763.150	7176.700	.100	CONTROL POINT
21	3034	758.250	7178.400	.100	CONTROL POINT
22	3017	753.400	7175.200	.100	CONTROL POINT

NEW MEASURED ORIENTATION POINTS  
NONE

COMPUTATION WITH 22 CONTROL POINTS

```

** ITERATION NOT CONVERGING
** CORRECTIONS OF 7TH ITERATION :
**   DXG0   DYG0   DZG0   DSCALE   DOMEGA   DPHI   DKAPPA
** - .64E-01 - .52E-02  17E-01  .18E-04  .10E-02 - .41E-02 - .29E-03
**  .17E+01  .10E+01  8.5E+00  .90E-03  .67E-01  .12E+00  .57E-01
** ERROR IN POINT MEASUREMENTS OR IN CONTROL POINTS
** OR UNFITTING APPROXIMATE VALUES

```

```

COMPUTATION BY 7 ITERATIONS
SIGMA 0 = .047

```

```

RESIDUALS AT CONTROL POINTS AFTER ABSORIENT

```

I	POINT	DXG	DYG	DZG
1	3001	.070	-.021	-.008
2	3004	.056	-.024	0.000
3	3035	.045	-.060	-.009
4	3036	-.032	.005	-.002
5	3005	-.003	.087	-.000
6	3006	-.039	-.057	.003
7	3008	-.005	-.003	.009
8	3038	.043	.081	.009
9	3039	-.004	.026	0.000
10	3012	-.064	.079	.004
11	3010	-.077	-.050	.000
12	3037	-.007	.060	.003
13	3019	-.062	-.041	-.003
14	3021	.091	.059	.002
15	3033	.035	-.019	-.000
16	3022	-.004	.033	-.002
17	3023	-.015	-.066	-.004
18	3024	.046	-.078	-.003
19	3026	-.088	.082	.001
20	3030	-.086	.002	.007
21	3034	.019	-.096	.004
22	3017	.082	.008	-.015
	MEAN	.053	.056	.006

```

** ACCEPTED ?
YES
ABSOLUTE ORIENTATION EFFECTIVE AND THUS FIX PHOTO CORRECTED

```

```

NEW MODEL PARAMETERS

```

	LEFT	RIGHT	MODEL BASE	MODEL CENTER
OMEGA	.083	.090	BX 2.861	XG0 770.814
PHI	.163	.163	BY .069	YG0 7174.589
KAPPA	-.000	.000	BZ .007	ZG0 961.744
MODEL SWING	-10.724			

```

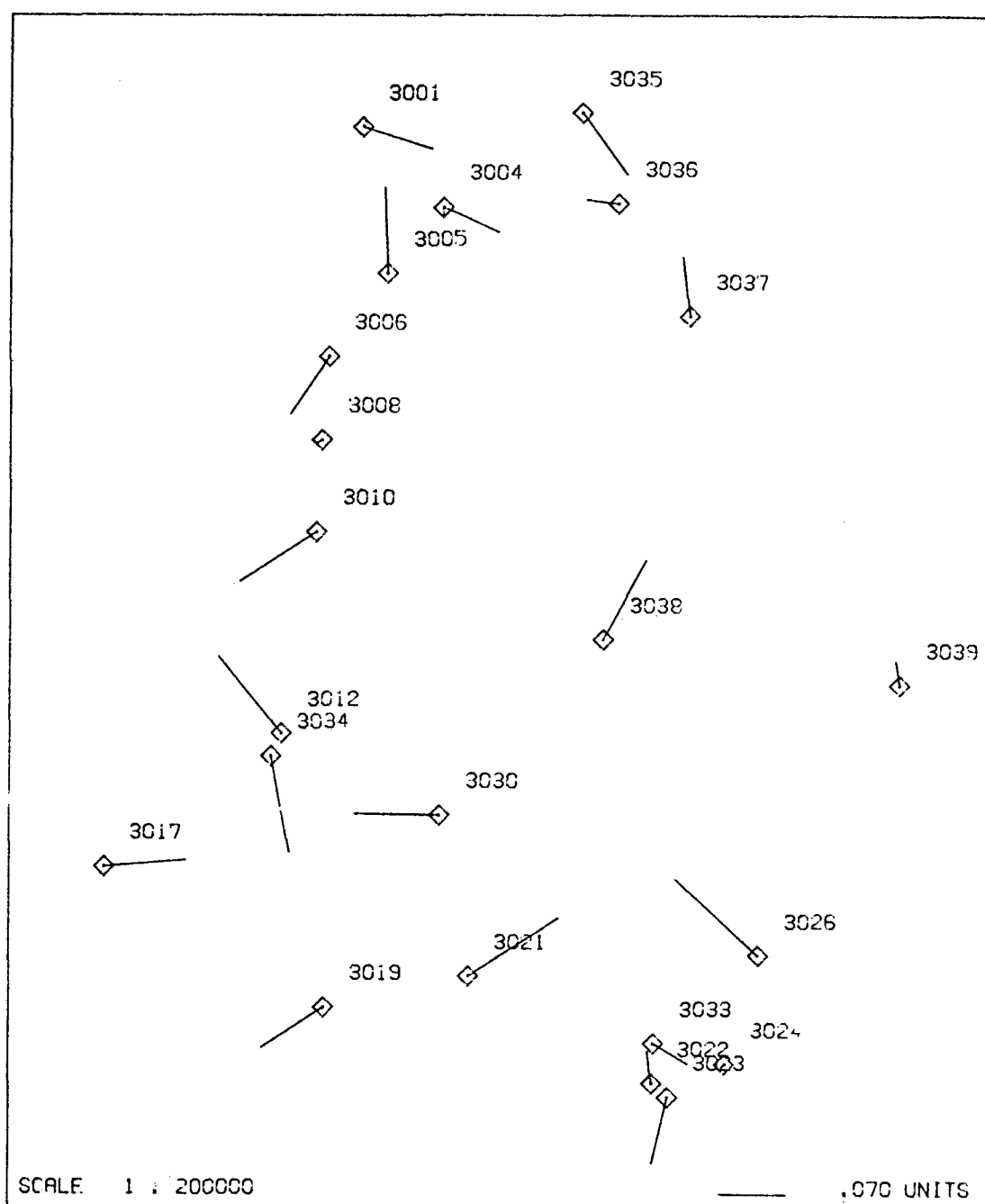
OK
END OF ABSORIENT

```

Observando os resultados dos resíduos das orientações relativa e absoluta notou-se que o sistema acusou correções (as quais estão assinaladas), o que parece perfeitamente normal, uma vez que os programas do sistema Planicomp C-100 foram desenvolvidos para o trabalho com fotos convencionais. Todavia, tais correções são negligenciáveis nas imagens Landsat, não podendo dizer o mesmo para fotografias convencionais.

Efetuada a orientação absoluta, os resíduos (que são os resultados analíticos da transformação de similaridade espacial) foram transformados em vetores para maior visualização dos erros.

Através do sentido dos vetores, concluiu-se que não existem erros sistemáticos, que prova que a geometria da ima-



#### 4.3.4 MODELO FORMADO

Após as etapas descritas anteriormente o modelo já estará totalmente orientado e apto a ser estudado e restituído. Assim, será possível observar os dados numéricos do modelo, através do programa a seguir, que mostra as orientações: interior, relativa, absoluta, os dados de orientação e a escala da foto.

MODEL SONY LSAT 3.1                      OPERATOR SONY                      DATE 1983. 9.14.13.31

---

MODEL SCALE 1: 800000      TABLE SCALE 1: 100000      PHOTO SCALE 1:1150351

ORIENTATION DATA	LEFT PHOTO	RIGHT PHOTO		MODEL
F	836.000	836.000	FLIGHT HEIGHT	962
OMEGA	.009	.015	ABOVE GROUND	
PHI	.077	.077		
KAPPA	-.000	.000	AZIMUT	-10.724
BX	-1.430	1.430	MODEL ( XG0	769.71
BY	-.035	.035	CENTER ( YG0	7175.91
BZ	-.005	.005	POSITION( ZG0	961.76

MODEL BASE: B =              2.862 (ORTHO)              EARTH CURV.CORR.: R =              6370

# ORIENTATION REPORT

---

ABSOLUTE ORIENT.	USED CONTROL POINTS	PLANIMETRY 22	ELEVATION 22
	POINT NO.	3001	3004      3035
	POINT NO.	3036	3005      3006
	POINT NO.	3008	3038      3039
	POINT NO.	3012	3010      3037
	POINT NO.	3019	3021      3033
	POINT NO.	3022	3023      3024
	POINT NO.	3026	3030      3034
	POINT NO.	3017	
	RESIDUAL COORDINATE ERRORS		MEAN      MAX
		X	.053      .091
		Y	.055      -.096
		Z	.002      -.005

RELATIVE ORIENT.	USED PARALLAX POINTS	6	
	RESIDUAL PARALLAXES	MEAN	.000      MAX      -.000

INTERIOR ORIENT.	USED FIDUCIALS	1234	
			LEFT      RIGHT
	X-SHRINKAGE	1.005347	1.005340
	Y-SHRINKAGE	1.005577	1.005539
	RECTANGUL.	.00104	.00106

REMARKS:

---

A seguir tem-se um modelo retirado do Manual de Utilização do Planicomp C-100, para ser comparado com o modelo anterior formado com a imagem Landsat (SONY LSAT 3.1).

MODEL DAUN-MEHREN 209/213 OPERATOR H2B DATE 1979. 7.19.17.20

MODEL SCALE 1: 10000 TABLE SCALE 1: 500 PHOTO SCALE 1: 12131

ORIENTATION DATA LEFT PHOTO RIGHT PHOTO MODEL

F	153.220	153.220	FLIGHT HEIGHT	1856
OMEGA	.034	.132	ABOVE GROUND	
PHI	1.055	.360		
KAPPA	-.000	.570	AZIMUT	90.636
BX	-57.950	57.950	MODEL ( XG0	60937.87
BY	-2.147	2.147	CENTER ( YG0	60538.27
BZ	-.143	.143	POSITION( ZG0	2355.74

MODEL BASE: B = 115.979 (ORTHO) EARTH CURV.CORR.: R = 6370000

# ORIENTATION REPORT

ABSOLUTE ORIENT.	USED CONTROL POINTS	PLANIMETRY	4	ELEVATION	6
	POINT NO.	209	206	205	
	POINT NO.	204	200	212	
	RESIDUAL COORDINATE ERRORS		MEAN	MAX	
		X	.068	.094	
		Y	.111	-.143	
		Z	.164	-.256	

RELATIVE ORIENT.	USED PARALLAX POINTS	11			
	RESIDUAL PARALLAXES	MEAN	003	MAX	-.005

INTERIOR ORIENT.	USED FIDUCIALS	1234		LEFT	RIGHT
			X-SHRINKAGE	1.000107	1.000141
			Y-SHRINKAGE	1.000227	1.000155
			RECTANGLE	.00011	.00007

REMARKS: Foto convencional

#### 4.4 A RESTITUIÇÃO

Sõmente apõs a realizaçõ de todas as orientaçoẽs ẽ possõvel proceder ẽ restituiçõ. Para esta etapa ẽ necessãrio orientar a mesa de desenho DZ7 e delimitar alguns parãmetros.

SCGT: escala de desenho

SCGT? 1:100.000

TLIM: velocidade do lãpis

TLIM? 0,4 (recomendãvel)

ITAOF: parãmetro para desacoplar a mesa de desenho do controle do Loop. Nãõ ẽ recomendãvel abortar programas de desenho.

ITAOF? 0 (recomendãvel - controle por Loop)

ICOM 4: identificaçõ lõgica de saõda

ICOM 4? 31 (mesa)

ICOM 5: tipo e cõdigo da transformaçõ para o instrumento grãfico de saõda

ICOM 5? -2

ICOM 6: nũmero do lãpis de desenho

ICOM 6? 1

ICOM 7: velocidade do lãpis (1,2,3)

ICOM 7? 3 (mãxima)

RCOM (12,13,14,15): delimitaçõ da janela da mesa

RCOM (12)? 0

RCOM (13)? 0

RCOM (14)? 93.000

RCOM (15)? 118.000

Após ao registro dos parâmetros na memória com programa "Parameter Control", é possível orientar a mesa com o programa "Table Orientation", procedendo-se assim a interpretação e restituição propriamente dita. Cabe aqui ressaltar, que a imagem utilizada foi a do canal 6, por apresentar os contornos de massas de água claros, sendo dividida em setores, a fim de facilitar a parada e retomada do trabalho, razão esta, que utilizou-se a cada orientação da mesa somente dois pontos possibilitando uma perfeita ligação, entre o modelo formado e a mesa, ocorrendo aí uma transformação de similaridade.

Todavia antes das orientações da mesa foi traçado o reticulado e marcados os pontos de controle.

As áreas delimitadas para interpretação e restituição foram:

Pontos de controle 3001 e 3006; área restituída: Ilha Rasa e Ilha das Gamelas.

Pontos de controle 3012 e 3006; área restituída: Enseada do Itaqui, Rio Medeiros e arredores.

Pontos de controle 3015 e 3012; área restituída: Ilha das Cobras, Ilha Rasa da Cotinha e Ilha da Cotinha.

Pontos de controle 3021 e 3019; área restituída: Ponta do Maciel, Pontal do Sul, Rio Maciel, Rio Guaraguaçu e arredores.

Pontos de controle 3026 e 3022; área restituída: Ilha do Mel e Ilha das Palmas.

Pontos de controle 3036 e 3035; área restituída: Região da Baía de Guaraqueçaba, Ilha do Rabelo e Ilha Povoçã.

Pontos de controle 3037 e 3038; área restituída: Ilha das Peças, Superaguí e Baía de Pinheiros.

Nesta etapa de delimitação de contornos entre massas de água e terras, não foi encontrada nenhuma dificuldade, pois na imagem do canal 6 tais feições são claras, aparecendo as terras em tons cinza escuro e as águas em tons mais claros.

A seguir, tem-se as listagens de todas as orientações da mesa:

```
TABLE ORIENTATION
  DRAWING SCALE          100000.
  MODEL SCALE            800000.
  ENLARGEMENT MODEL/TABLE 3.0000

  PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

  MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW
  AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

  MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW
  AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

  MEASURED ORIENTATION POINTS :

  MOVE TO POINT          3001
    1

  MOVE TO POINT          3006
    2
  PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS
  ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY
  SCALE ERROR OF MAP      1.000

  ** ACCEPTED ?
    YES

    OK
  END OF TABORIENT
```



## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT 3012  
1

MOVE TO POINT 3006  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP 957

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK

END OF TABORIENT

## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS

MOVE TO POINT 3015  
1

MOVE TO POINT 3012  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP 1.032

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK

END OF TABORIENT

## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT 3021  
1

MOVE TO POINT 3019  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP .990

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK

END OF TABORIENT

## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT 3026  
1

MOVE TO POINT 3022  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP 1.000

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK

END OF TABORIENT

## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT 3035  
1

MOVE TO POINT 3036  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP .989

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK  
END OF TABORIENT

## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT 3038  
1

MOVE TO POINT 3037  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP 1.005

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK  
END OF TABORIENT

No final desse trabalho encontra-se a restituição da área teste, no canal 6.

## CAPÍTULO V

### INTERPRETAÇÃO DA ÁREA TESTE ATRÁVES DA IMAGEM LANDSAT MSS NOS CANAIS 5 E 7

#### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O objetivo primordial para o desenvolvimento do programa Landsat MSS, é o levantamento dos recursos naturais gerando mais uma fonte para o estudo da superfície terrestre.

Possui a vantagem de sintetizar em uma só imagem grande área do terreno, em quatro canais diferentes, que filtram informações, permitindo ao intérprete a escolha do canal ou dos canais que mais se ajustem ao seu trabalho.

Todavia, torna-se necessário o prévio conhecimento das características espectrais de cada alvo imageado, o Diagrama VII exhibe as diferenças de reflectância espectral para água, vegetação e solo nos quatro canais.

Assim tem-se que cada alvo em cada canal apresenta características peculiares, conforme o quadro que segue.

Também cabe aqui ressaltar que quanto melhor o conhecimento do terreno, melhor será a interpretação da imagem.

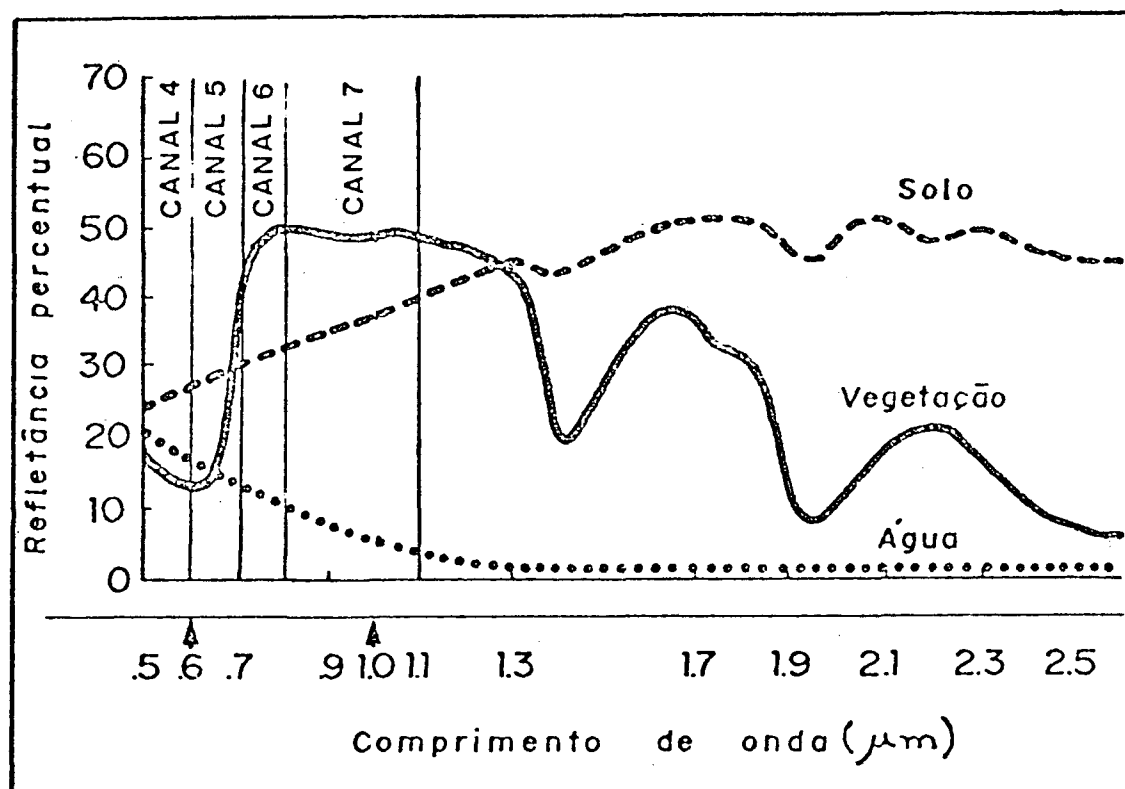


Diagrama VII - Reflectância espectral dos alvos naturais nos canais MSS-Landsat

(Ref. [17], pág. I 15)

QUADRO

	canal 4	canal 5	canal 6	canal 7
contraste de tonalidade	fraco	claro	fraco	fraco
Contornos de massas de água	obscuros	claros	claros	claros
Rede de Drenagem	obscura	clara	clara	clara
Topografia	obscura	clara	clara	clara
Ocupação humana (cidades e estradas)	clara	clara	obscura	obscura

## 5.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA TESTE NO ESTADO DO PARANÁ

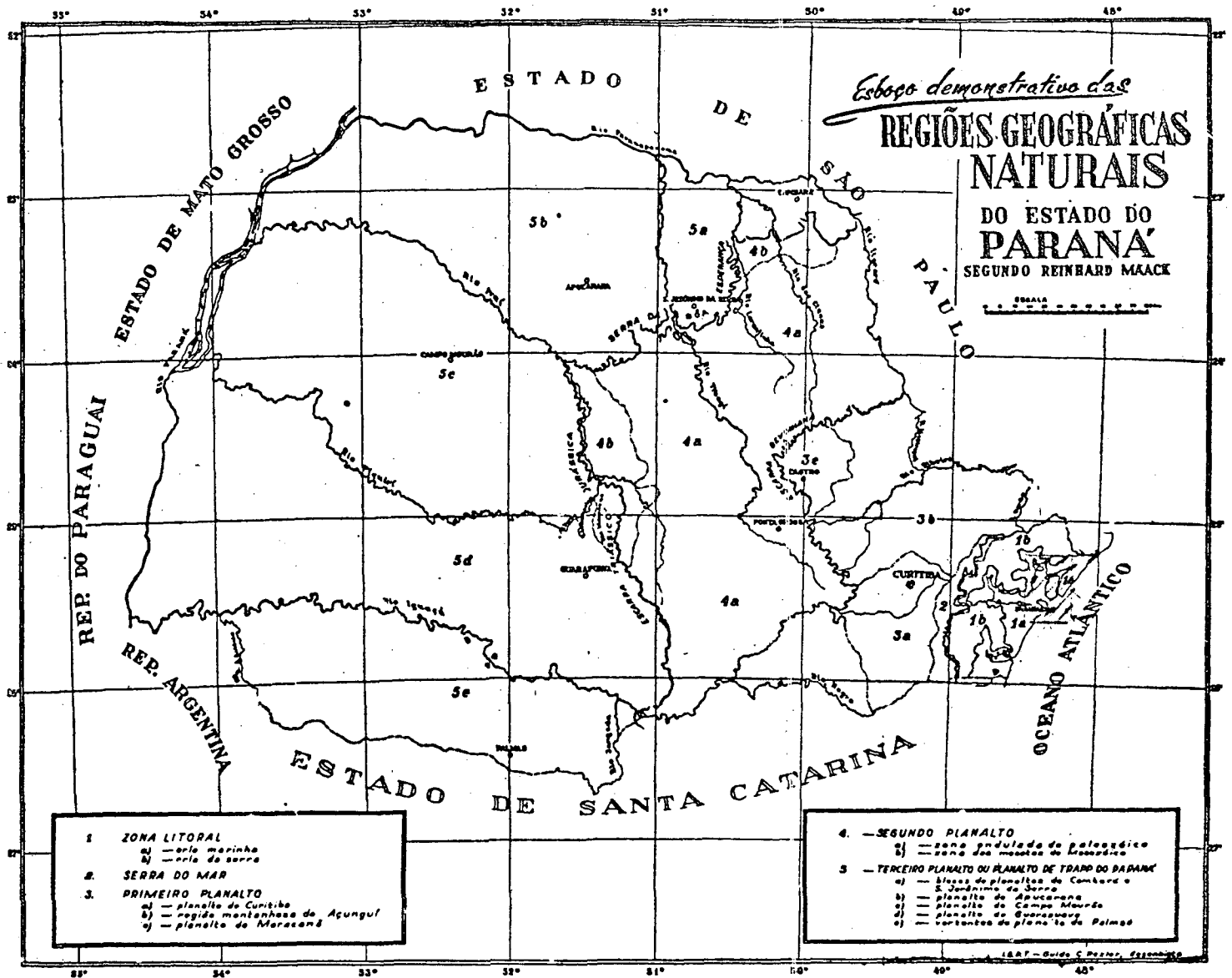


Figura 11 - (Ref. [18], pág. 88)

Legenda



Área interpretada.

### 5.3 RAZÕES DA ESCOLHA DA ÁREA PARA DELIMITAÇÃO DOS SEDIMENTOS

1a) Facilidade de acesso à região, caso seja necessário, uma vez que situa-se próximo à Curitiba.

2a) Disponibilidade de uma imagem Landsat, envolvendo toda a área, nos canais 5 e 7 (utilizado para o estudo sedimentológico).

3a) Disponibilidade: de folhas geológicas elaboradas pela Comissão da Carta Geológica do Paraná (1969) na escala 1:70.000 de toda região; de uma folha geológica do Projeto Leste do Paraná (1977) na escala 1:100.000; de cartas topográficas elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico — Brasil (1976) nas escalas 1:50.000 (duas) e 1:100.000 (uma).

4a) A área é caracterizada por uma planície costeira de depósitos sedimentares.

5a) É uma região de vital importância econômica, pois constitui o principal acesso às baías do Estado, ameaçadas pelos problemas de assoreamento e sedimentação submarina.

### 5.4 MATERIAL UTILIZADO NA FASE DE INTERPRETAÇÃO DOS SEDIMENTOS DA ÁREA TESTE

Para realização desta etapa foi utilizada uma imagem Landsat, na escala 1:1.100.000, envolvendo os canais 5 e 7. Como



material complementar para coleta de informações, foram utilizadas Cartas Topográficas (DSG,1970) e Mapas Geológicos(Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1969). Além da utilização de bibliografias de apoio (Ref. |19|, pág. 296-303), ( Ref . |20|, pág. 19-241), (Ref. |21|, pág. 25-34).

## 5.5 CONSIDERAÇÕES GEOGRÁFICAS GERAIS DA ÁREA

O presente estudo abrange:

- a entrada da Baía de Paranaguá, com as ilhas: da Cotinga, Rasa da Cotinga, das Cobras, do Mel e das Palmas;
- a Baía das Laranjeiras com as ilhas: das Peças,Rasa, das Gamelas e das Laranjeiras;
- o canal do Superagui e ilha do Superagui;
- ilha do Rabelo e ilha Pavoã;
- e região continental: Pontal do Sul; enseada do Itaquí; rios: Medeiros, Guaraguaçu e Maciel.

As coordenadas geográficas aproximadas são de  $25^{\circ} 18'$  a  $25^{\circ} 35'$  de Latitude Sul e de  $48^{\circ} 10'$  a  $48^{\circ} 30'$  de Longitude Oeste.

A área teste limita-se a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com a Serra do Mar, responsável pelas nascentes dos principais rios que desembocam no oceano. A rede de drenagem



Foto VI - Área teste

nessa área é densa, devida à elevada pluviosidade e a mata pluvial tropical que reveste os declives da frente oceânica da Serra.

A região serrana constitui fonte principal dos sedimentos, que vem, progressivamente coímatando e modificando a extensão da baía. São graves os problemas relativos ao desmatamento das encostas no que diz respeito à manutenção dos canais de acesso às baías (diminuição da profundidade) bem como no tocante às vias de comunicação e solos da área.

Margeando ao Oceano encontra-se a planície costeira, que é constituída por depósitos sedimentares do Quaternário não consolidados, com cerca de 10 a 20 km de largura, atinge um máximo de 50 km na Baía de Paranaguá. Possui em sua maior extensão altitudes de 10 metros sobre o nível do mar, não exceden

do a 20 metros nos pontos mais interiores. (Ref. |22|,pág.3).

## 5.6 CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DE INTERESSE NA IMAGEM

Em primeiro lugar convém definir a escala das imagens que é 1:1.100.000, assim não será possível definir elementos isolados, pois a Resolução das imagens Landsat é em torno de 80 metros no terreno.

Com o prévio conhecimento sobre a geografia da região, em especial sobre os principais elementos que compõe a área teste, pode-se caracterizar individualmente como cada elemento aparecerá na imagem:

**RELEVO**: não se pode observar os detalhes de relevo ao nível daqueles que são vistos em grandes escalas. As grandes unidades de relevo podem ser correlacionadas às unidades geológicas. Deve ser estudado através da textura, que pode variar de quase lisa (rochas sedimentares) a grosseira (rochas cristalinas). O canal ideal para a análise do relevo é o 7, que possui uma representação muito aproximada da morfologia da área imageada.

O canal 5 deve ser usado paralelamente ao 7, pois adiciona informações, que tornam os resultados mais satisfatórios.

**REDE DE DRENAGEM**: devido a características como: escala e resolução, é muito difícil atingir o nível de detalhes desejáveis com estas imagens. Todavia, o canal 7 é indicado para o traçado dos rios principais, que apresentam tonalidade escura, em virtude de absorver grande quantidade de informações no

infra-vermelho próximo. O canal 5 deve ser usado para a rede secundária.

**VEGETAÇÃO**: é importante saber qual é a época da tomada da imagem, pois sabe-se que há variação sazonal nas espécies vegetais.

O canal 5 que corresponde à região laranja-vermelho, apresenta tonalidades mais escuras, em áreas de densa vegetação, pois o solo fica encoberto; em áreas de vegetação rala os tons são mais claros. No canal 7 que corresponde à região do infra-vermelho próximo, as tonalidades claras representam vegetação mais densa. Em áreas com baixa densidade de vegetação e alto grau de umidade, aparecem tons mais escuros, devido à absorção pela água nessa faixa do espectro. Já as matas apresentam-se em tons cinza escuro e cinza claro, devido a alta reflexão de energia pelas copas das árvores.

Também aqui torna-se importante o confronto das informações obtidas nos canais 5 e 7 permitindo maior eficiência na interpretação.

**ÁREAS URBANAS**: o canal mais adequado na identificação destas áreas é o 5, onde apresentam-se com tonalidades mais claras. No caso de cidades litorâneas, de um modo geral, o problema da reflectância da areia é uma constante que, em alguns casos, se assemelha ao das áreas urbanas.

**BAÍA**: baseia-se essencialmente na análise da variação tonal e textural dos elementos registrados. Assim os baixios, apresentam-se em cinza escuro. Em áreas onde os sedimentos es-

tão dispersos na água, a textura varia de média a grosseira, com tons: cinza, cinza claro e branco.

## 5,7 PROCEDIMENTOS DE INTERPRETAÇÃO PARA O MAPEAMENTO DOS SEDIMENTOS

A interpretação visual das imagens é basicamente um processo dedutivo, com aspectos de subjetividade na maioria das vezes.

Observando a área teste, conhecendo as características geográficas da região e a apresentação de seus elementos nos canais 5 e 7, concluiu-se que, os principais tipos de sedimentação poderiam ser destacados através da tonalidade e textura.

Sabe-se que a tonalidade é uma resposta à quantidade relativa da luz refletida (ou da radiação emitida no termal). É um elemento essencial na interpretação de imagens, pois variam do branco ao negro absoluto, tendo importância especial na identificação de tipos de vegetação, tipos de solo e natureza da sedimentação.

Neste trabalho, estabeleceu-se o seguinte critério para avaliação da tonalidade: branca, cinza clara, cinza, cinza escura e negra. Todavia, os tons cinza claro e cinza escuro são mais difíceis de identificar, mas melhores resultados são obtidos quando se lança mão de um outro elemento de identificação: a textura.

Textura pode ser definida como o padrão de arranjo dos

elementos tonais, representando um conjunto, como por exemplo: uma mudança de direção ou de forma, na linha de drenagem ou na superfície do relevo, constitui uma mudança na distribuição es  
pacial do elemento textural.

Assim definiu-se neste trabalho três tipos de textura:

Textura lisa: quando não há variação de tons cinza.

Textura média: quando há leve variação de tons cinza.

Textura grosseira: quando a variação de tons cinza é brusca.

Definidos estes procedimentos e elementos que permitem retirar informações da imagem, pode-se mapear as áreas de diferentes tons e textura. Todavia utilizou-se também como auxílio à interpretação, as cartas topográficas e geológicas.

## 5.8 COMPARAÇÃO DO MAPA ELABORADO A PARTIR DA IMAGEM LANDSAT MSS NOS CANAIS 5 E 7, COM CARTAS GEOLÓGICAS E TOPOGRÁFICAS ELABORADAS A PARTIR DE FOTOGRAFIAS AÉREAS CONVEN CIONAIS

A área foi dividida em regiões de acordo com a proximidade geográfica e em alguns casos pelas características comuns.

Todas as conclusões a que se chegou à respeito da sedimentação da área teste, foram baseadas em cartas: geológicas e topográficas e na bibliografia de apoio, já referenciada no item 5.4.

Deve-se ressaltar que antes do traçado de limites de

unidades sedimentares (litológicas), foi necessário orientar a imagem e a mesa de desenho, seguindo a metodologia desenvolvida no Capítulo IV, cujos resultados estão no final desse item.

PLANÍCIE COSTEIRA DA ENSEADA DO ITAQUI, RIO MEDEIROS,  
RIO GUARAGUAÇÚ E RIO MACIEL

Esta região caracteriza-se pela presença de serras, responsáveis pelas nascentes dos rios que correm na planície costeira e desembocam no oceano.

As serras aparecem no lado superior esquerdo da imagem, apresentam-se bem distintas caracterizando-se nas suas partes mais elevadas pela tonalidade cinza clara e textura lisa. Assim de posse das cartas geológicas na escala 1:70.000 conclui-se que aí ocorrem os migmatitos.

Na planície costeira propriamente dita, ou seja, nas áreas planas onde os rios correm em direção ao mar, os mangues são uma constante, também aparecendo nas margens das baías, isto é, nas áreas livres de praias, com textura lisa e tonalidade cinza clara quase sempre branca.

Logo após aos mangues surgem com tonalidades cinza escuras e textura grosseira os sedimentos arenosos de origem marinha indiferenciados, os quais só puderam ser classificados como de fase intermediária com auxílio de cartas geológicas.

No canto superior esquerdo da imagem, isto é, nas áreas onde as serras quase margeiam a costa, distinguem-se em tons cinza escuros e textura média os sedimentos areno-siltico-argilosos.

### REGIÃO DE PONTAL DO SUL

Tal região também pode ser denominada de planície costeira, na imagem localiza-se à direita do rio Maciel, caracterizando-se pela formação de praia com sedimentos arenosos em todo seu limite com o mar, a tonalidade é branca e a textura é lisa.

Entre o rio Maciel e a praia aparece uma faixa de mais ou menos 2 km, com textura grosseira e tonalidades variáveis: branca, cinza e cinza escura, ocorrendo aí os sedimentos arenosos de origem marinha da fase antiga. Esta variação tonal deve-se ao fato de que aí ocorrem cordões litorâneos, os quais não puderam ser delimitados, justamente pela resolução das imagens Landsat.

Os sedimentos arenosos de origem marinha da fase intermediária podem ser facilmente detectados nesta região, uma vez que caracterizam-se pela predominância da tonalidade cinza clara e textura média. Também mais alguns cordões litorâneos aparecem no canto inferior esquerdo da imagem, todavia, seus limites não são nítidos (só permitindo o traçado da zona de ocorrência), devido a variação de tons dos sedimentos arenosos de origem marinha.



### ILHA DA COTINGA E ILHA RASA DA COTINGA

São duas ilhas localizadas na entrada da baía de Paranaguã; caracterizam-se essencialmente pelos mangues, especiallmente nas áreas que circundam os rios, que como já foi mencioonado, aparecem em tons cinza claros e textura lisa. No interior, justamente por serem áreas próximas ao mar, tem-se os sedimentos arenosos de origem marinha indiferenciados com tonalidade cinza escura e textura grosseira.

Também puderam ser detectados pela textura média e tonalidade cinza escura os sedimentos areno-síltico-argilosos.

### ILHA DO MEL

Em todo o seu contorno ocorrem as praias atuais com areias facilmente detectáveis pela coloração branca devida a alta reflectância espectral.

No seu interior aparecem os sedimentos arenosos de origem marinha nas fases intermediária e antiga, com textura mêdia, justamente pela presença da fase intermediária.

Ao sul da ilha tem-se alguns morros com tonalidade cinza escura e textura lisa, ocorrendo aí os migmatitos. Na região da enseada do Itaqui, aparecem em tons cinza claros, talvez esta diferença de tonalidades ocorre pelo contraste com a reflectância das areias na ilha do Mel.

### ILHA DAS COBRAS, ILHA DAS PALMAS E ILHA DA GALHETA

São formadas por migmatitos, uma vez que apresentam em toda sua área morros, aparecendo na imagem com tonalidade cinza escura e textura lisa.

### ILHA DAS PEÇAS

É uma região caracterizada pela presença de rios que correm em direção ao mar, sendo rodeados por mangues que aparecem em tom cinza claro, quase sempre branco, com textura lisa na imagem Landsat aqui utilizada.

Na parte sul da ilha, onde não existem rios, tem-se uma área de praias, com tonalidade branca e textura lisa. Mais para o interior com textura grosseira a quase média, aparecem os sedimentos arenosos de origem marinha da fase intermediária, que ao norte são classificados como de fase antiga pela mudança de textura (média), todavia aqui os limites não são nítidos, razão esta que no mapa final não foram traçados.

### ILHA SUPERAGÜÍ

Nesta ilha aparecem as praias na face voltada para o Atlântico com tonalidade branca. Na parte que margeia o canal de Superagüí, ocorrem os mangues em tom cinza claro quase branco e textura lisa.

Comparando com as cartas geológicas não foi possível

diferenciar os sedimentos areno-siltico-argilosos de baía dos migmatitos e dos sedimentos arenosos de origem marinha. Toda via os migmatitos sã puderam ser delimitados na face norte da ilha, com tonalidade cinza clara e textura lisa. Diferenciam-se dos migmatitos que ocorrem nas ilhas do Mel, das Palmas, das Cobras e da Galheta pela tonalidade cinza clara, talvez pelo fato de localizarem-se na margem da imagem ou mesmo pelo grau de intemperismo das rochas. Ou pelo fato de que nas ilhas citadas acima, as areias refletem-se em tonalidade branca, contrastando com os migmatitos que aparecem em tons cinza escuros.

Todavia os sedimentos arenosos de origem marinha pude ram ser diferenciados: a fase antiga aparece em tons cinza es curos e claros e textura grosseira; a fase intermediária em tons cinza claros e textura média e nos sedimentos da fase re cente predominam mais os tons cinza escuros com textura média e quase lisa.

#### ILHA RABELO, ILHA POVOÇA E ILHA DAS LARANJEIRAS

Tais ilhas situam-se à entrada da baía de Guaraqueçaba e não fogem à regra geral. Nas suas margens ocorrem os man gues e logo em seguida os sedimentos areno-siltico-argilosos de baía com textura grosseira e tonalidades variando do cinza ao cinza escuro.

### ILHA RASA E ILHA DAS GAMELAS

Localizam-se na entrada da enseada do Itaqui, a primeira caracteriza-se pela presença dos mangues na face leste com textura lisa. Os sedimentos arenosos de origem marinha da fase antiga ocorrem com textura grosseira e tonalidades variáveis: branca, cinza e cinza escura; também aqui aparecem alguns cordões litorâneos, todavia também não puderam ser delimitados precisamente.

Na ilha das Gamelas os sedimentos arenosos de origem marinha da fase intermediária aparecem com textura média e tonalidade cinza clara.

### REGIÃO DAS ÁGUAS MARINHAS

É importante mencionar que a região do mar é muito pouco explorada, salvo a entrada da baía de Paranaguá, na região limitada pelas ilhas do Mel, da Cotinga, Rasa da Cotinga e das Cobras. Nesta área os sedimentos areno-siltico-argilosos de baía são transportados principalmente pelas correntes de maré. Os sedimentos arenosos concentram-se com maior ocorrência nos canais, onde aparecem alguns bancos arenosos (Ref. [23], pág. 125-170). O que permitiu classificar como areias os tons mais claros, na embocadura dos rios, no mapa elaborado, sem segurança alguma nas áreas não citadas anteriormente.

As cartas consultadas não oferecem dados suficientes para a classificação de sedimentos marinhos, somente limitam-

se a mapear os baixios, os quais apareceram claramente na imagem, com tonalidade cinza escura, quase negra, os quais foram aqui mapeados.

A falta de informações sobre o restante da área teste, a baía das Laranjeiras e adjacências sugere a elaboração de pesquisas mais aprofundadas sobre a sua sedimentação, podendo ser baseadas em trabalho de campo, uso de fotografias aéreas e imagens Landsat, permitindo assim um maior conhecimento a respeito dos sedimentos de fundo nesta região.

No final deste trabalho, encontra-se a restituição da área teste, bem como a delimitação dos sedimentos.

A seguir tem-se as listagens das orientações das imagens nos canais 5 e 7.

#### TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT 3001  
1

MOVE TO POINT 3006  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP 1.001

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK

## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT 3035  
1

MOVE TO POINT 3036  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP .993

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK  
END OF TABORIENT

## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT 3015  
1

MOVE TO POINT 3013  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP .994

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK  
END OF TABORIENT

## TABLE ORIENTATION

* DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT                    3037  
1

MOVE TO POINT                    3038  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP            1.006

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK  
END OF TABORIENT

## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE	100000.
MODEL SCALE	800000.
ENLARGEMENT MODEL/TABLE	8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT                    3018  
1

MOVE TO POINT                    3021  
2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
SCALE ERROR OF MAP            1.000

\*\* ACCEPTED ?  
YES

OK  
END OF TABORIENT

## TABLE ORIENTATION

DRAWING SCALE           100000.  
 MODEL SCALE            800000.  
 ENLARGEMENT MODEL/TABLE   8.0000

PEN FOR MEASUREMENT ON TABLE = 1 ?

MOVE PEN TO LOWER LEFT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
 AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MOVE PEN TO UPPER RIGHT CORNER OF WANTED TABLE WINDOW  
 AND PRESS 'YELLOW BUTTON' AT TABLE

MEASURED ORIENTATION POINTS :

MOVE TO POINT           3026  
 1

MOVE TO POINT           3022  
 2

PRELIMINARY ORIENTATION USING FIRST 2 POINTS  
 ORIENTATION USING 2 POINTS ONLY  
 SCALE ERROR OF MAP      1.001

\*\* ACCEPTED ?  
 YES

OK  
 END OF TABORIENT

MODEL LITORAL 57 BOM           OPERATOR SONY           DATE 1983. 9.18.13. 4

MODEL SCALE 1: 800000   TABLE SCALE 1: 100000   PHOTO SCALE 1:1151087

ORIENTATION DATA	LEFT PHOTO	RIGHT PHOTO		MODEL
F	836.000	836.000	FLIGHT HEIGHT	962
OMEGA	-.043	-.035	ABOVE GROUND	
PHI	-.070	-.071		
KAPPA	-.000	-.000	AZIMUT	-11.112
BX	-1.445	1.445	MODEL ( XG0	767.61
BY	-.120	.120	CENTER ( YG0	7177.10
BZ	-.014	.014	POSITION( ZG0	962.39

MODEL BASE: B = . 2.900 (ORTHO)   EARTH CURV.CORR.: R = 6370



# ORIENTATION REPORT

---

ABSOLUTE ORIENT.	USED CONTROL POINTS	PLANIMETRY 21	ELEVATION 21
	POINT NO.	3001	3010 3039
	POINT NO.	3023	3004 3006
	POINT NO.	3035	3036 3037
	POINT NO.	3008	3038 3012
	POINT NO.	3034	3013 3015
	POINT NO.	3019	3021 3030
	POINT NO.	3026	3024 3033
	RESIDUAL COORDINATE ERRORS	MEAN	MAX
		X .051	-.090
		Y .053	-.097
		Z .008	-.019

RELATIVE ORIENT.	USED PARALLAX POINTS	6	
	RESIDUAL PARALLAXES	MEAN	.010 MAX -.010

INTERIOR ORIENT.	USED FIDUCIALS	1234	LEFT	RIGHT
	X-SHRINKAGE		1.004282	1.004272
	Y-SHRINKAGE		1.005385	1.005321
	RECTANGUL.		.00097	.00092

REMARKS:

---

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSÕES

#### 6.1 RESUMO GERAL

Até o presente momento, não se tem notícias da transformação direta de imagens Landsat em mapas convencionais, aplicando métodos rigorosos da fotogrametria analítica, razão esta que este trabalho visa estabelecer uma metodologia de orientação interior, relativa e absoluta, num instrumento analítico, o Planicomp, com imagens Landsat na escala 1:1.100.000, para posterior restituição e mapeamento dos sedimentos do litoral norte do Estado do Paraná.

Para atingir tal objetivo foram estabelecidas três etapas consecutivas.

#### 1. ORIENTAÇÕES

As orientações são a base do trabalho, pois delas dependem todos os resultados futuros. Cabe aqui ressaltar que as imagens foram tratadas como se fossem fotografias aéreas. Para tal foram divididas em quatro fases:

- Delimitação dos parâmetros para orientações: é uma etapa importante, pois através dela são introduzidos todos os elementos base para a elaboração das orientações. A sua definição correta é um requisito essencial, pois qualquer erro aí cometido, torna todo o trabalho perdido.

- Orientação interior: normalmente usam-se as marcas fiduciais dos diapositivos ou negativos, neste caso, como sō foi trabalhada uma imagem, sem marcas fiduciais, estabeleceu-se então que poderiam ser substituídas pelos seus quatro cantos e na "outra imagem" seriam inseridas as mesmas coordenadas desta.
- Orientação relativa: para efetuā-la, torna-se necessária a criação de uma base fictícia, uma vez que na orientação das imagens Landsat não ocorrem, e este programa foi desenvolvido para fotografias aéreas, que jã possuem uma base natural. Para criação desta, deve-se utilizar a cruz inscrita no porta-placas do Planicomp, ou numéricamente através da tela que contém as coordenadas de foto. Ativado o programa de orientação relativa, a marca estereoscópica posiciona-se nos 6 pontos de Von Gruber, nos quais serão introduzidas as bases na direção x, sendo possível formar o modelo estereoscópico, neste caso fictícia.
- Orientação absoluta: com o "modelo" jã formado pode proceder-se à orientação absoluta, todavia antes de iniciā-la sō necessários inserir na memória de terreno pontos de controle com coordenadas conhecidas, neste caso foram retiradas de cartas da DSG, na escala 1:50.000, com projeção UTM. En tão deve-se localizar precisamente na imagem estes pontos, que logo em seguida serão computados. Os resíduos finais permitem avaliar a geometria da imagem e a precisão do mapa elaborado.

## 2. RESTITUIÇÃO

Com o modelo jã formado, pode-se proceder à restitui -

ção da área teste, isto é, os limites entre terras e águas com uma imagem no canal 6. Todavia antes de iniciar este processo, é necessário acoplar o modelo formado no Planicomp à mesa de desenho, que também exige a delimitação de parâmetros.

Antes da restituição aconselha-se estabelecer um reticulado com as coordenadas da área teste e marcar todos os pontos de controle, a fim de facilitar na orientação da mesa.

Neste caso a orientação efetuou-se com 2 pontos, visto que a área foi dividida em setores, para obter uma interpretação mais precisa e facilitar a retomada de operações quando necessário desligar o sistema.

### 3. INTERPRETAÇÃO DOS SEDIMENTOS

Nesta etapa utilizou-se somente a imagem que envolve os canais 5 e 7 ao mesmo tempo, possibilitando detectar características no visível (canal 5) e no invisível (canal 7).

Esta etapa também trata-se de uma restituição, no caso de sedimentos.

Todavia antes de procedê-la necessita-se efetuar todas as orientações novamente por tratar-se de uma outra imagem.

Para a interpretação dos sedimentos, dois critérios foram adotados: a tonalidade e a textura fotográfica, neste caso, foram os dois elementos que mais se adaptaram à escala da

imagem trabalhada (1:1.100.000) e ao objetivo da pesquisa.

Também necessita-se conhecer as características geográficas da área teste, o que facilita na interpretação.

Os tipos de sedimentos foram delimitados através do Planicomp e definidos com o auxílio de cartas geológicas na escala 1:70.000 e cartas topográficas nas escalas 1:50.000 e 1:100.000.

## 6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Cabe aqui dizer, que o método desenvolvido funcionou, sendo possível de agora em diante orientar imagens Landsat no Planicomp.

Todavia alguns de seus resultados devem ser analisados separadamente, razão esta, que aqui também serão divididos em três etapas.

### 1. ORIENTAÇÃO

Antes de analisá-las, é preciso lembrar que utilizou-se somente de uma imagem para orientação.

A orientação interior é uma etapa fácil, uma vez que utiliza-se dos quatro cantos da imagem e seus parâmetros de tolerância em escala e tolerância em retangularidade, assumem valor zero, pois não dispõe de marcas fiduciais precisas. Sen

do assim os resultados deverão ser sempre aceitos, mesmo se houver grandes diferenças entre os parâmetros inseridos e a realidade medida.

Aproveita-se a orientação relativa para inserir a base, natural em pares de fotografias aéreas, a qual não poderá ser aqui negligenciada, tendo em vista que os programas de orientação relativa logicamente a exigem.

Todavia no decorrer do programa, são acusadas correções que podem ser aceitas, pois o erro é quase zero, não alterando os valores finais de  $\omega, \phi, \chi, X_0, Y_0, Z_0$ .

O objetivo da orientação relativa é eliminar as paralaxes em  $y$ , que atrapalham na formação do modelo estereoscópico. Sendo assim, obteve-se os resíduos das paralaxes da "foto" em torno de zero, que é o ideal.

Aí já está formado o modelo estereoscópico, no caso fictício.

Através da orientação absoluta ligam-se as coordenadas de modelo disponíveis na orientação relativa e as coordenadas de terreno armazenadas na memória de terreno do Planícomp.

Desmembra-se em uma outra etapa, que consiste na escolha dos pontos de controle, que devem ser bem definidos e visíveis em primeiro lugar. Também é importante que estejam bem distribuídos ao longo de toda área imageada. Desses requisitos depende a precisão do trabalho de restituição.

Neste trabalho a escolha dos pontos de controle foi difícil pois: a resolução da imagem é em torno de 80 metros; a área imageada abrange mar e terras, com limites não muito claros; é uma região de intensa sedimentação; as cartas de onde foram identificadas e retiradas as coordenadas dos pontos de apoio são baseadas em fotos de 1965/1966, conseqüentemente algumas feições podem ter modificado em 10 anos, visto que a imagem Landsat é de 1975.

A orientação absoluta exige no mínimo três pontos de apoio, neste trabalho delimitou-se 41 pontos no total, mas só foram usados os 22 melhores, visto que o máximo de pontos aceitáveis na orientação absoluta é 24. Justifica-se o uso de 22 pontos para testar a eficiência da imagem utilizada, através da avaliação dos resíduos desta orientação.

A orientação absoluta requer que o operador localize precisamente os pontos escolhidos, que logo em seguida serão computados.

Aqui também foram acusadas correções pequenas (em torno de zero) que foram negligenciadas, tendo em vista que os resíduos resultantes desta orientação são em torno de 50 metros, que podem ser considerados ótimos, quando se trata de imagens Landsat.

Estes resíduos resultantes foram transformados em vetores, neste caso distribuíram-se aleatoriamente, não exibindo tendências para um ou outro lado da imagem, permitindo avaliar a sua precisão geométrica como boa.

Desses resíduos dependerá a precisão da futura restituição.

## 2. RESTITUIÇÃO

Nesta etapa utilizou-se a imagem do canal 6, onde pode-se facilmente limitar os contornos entre massas de águas e terras.

Aqui torna-se necessário orientar a mesa, a fim de ligá-la ao modelo. É importante que a mesa esteja bem orientada dentro do limite estabelecido ou seja, não poderá ocorrer um desvio maior que 10% entre a escala do mapa da mesa e a escala do modelo. No presente caso os resultados apresentados enquadram-se perfeitamente dentro desta condição.

A restituição propriamente dita é uma etapa que exige muito do intérprete, principalmente neste caso que trata-se de uma nova metodologia e todos os detalhes nela registrados, deverão ser mapeados, a fim de comparação com as cartas existentes.

O mapa aqui obtido foi comparado com uma carta da DSG na escala 1:100.000, que abrange a parte norte da área. Por tratar-se de uma região pequena 40 x 40 km com grande quantidade de pontos de apoio, em sua maior parte a diferença de limites entre o mapa da DSG e o mapa obtido através de imagens Landsat, foi da ordem de 200 metros.

Todavia os resultados do mapa elaborado podem ser considerados como satisfatórios pelas seguintes razões:



.as fotos da restituição da carta utilizada na comparação são de 1965/1966 e a imagem utilizada é de 1975, portanto a região sofreu modificações naturais e artificiais em 10 anos;

.a hora da tomada da imagem Landsat influenciou nos limites entre mar e terra, no caso a imagem foi tomada pela manhã com maré-baixa, aumentando a reflectância das areias;

.a resolução das imagens Landsat é de 80 metros, limitando a interpretação.

#### INTERPRETAÇÃO DOS SEDIMENTOS

As duas etapas (orientação e restituição) estão aqui envolvidas, pois recorreu-se a outra imagem, que envolve os canais 5 e 7, para restituir os sedimentos.

A imagem aqui utilizada, na escala 1:1.100.000, presta-se a este tipo de estudo, pois registrou a maior parte dos elementos contidos nas cartas geológicas elaboradas a partir de fotografias aéreas convencionais. É necessário ressaltar aqui, que em algumas áreas certos aspectos dos mapas geológicos não foram registrados, ou os limites não coincidiram, ou não puderam ser definidos com precisão. O que é perfeitamente normal quando trabalha-se com imagens satélite pois possuem uma resolução de 80 metros, limitando a interpretação; também a hora da tomada da imagem influencia na detecção de certos fenômenos, neste caso acentuaram-se as areias, pois foi regista

trada pela manhã com maré-baixa.

Certamente alguns aspectos podem terem sido modificados, quando comparados às cartas geológicas que utilizaram fotos de 1965/66 e a imagem é de 1975.

Os elementos detectados no mapa final aqui elaborado, apresentaram-se da seguinte maneira na imagem utilizada na pesquisa:

- áreas\_elevadas: a textura é sempre lisa, mas a tonalidade varia de cinza clara na margem da imagem a cinza escura nas ilhas costeiras, ocorrendo aí os migmatitos. Deve-se talvez ao fato de que naquelas áreas ocorrem vegetação (mata pluvial tropical) diferente destas ilhas e também talvez ao grau de intemperismo das rochas. Os migmatitos das ilhas costeiras aparecem em cinza escura talvez pelo contraste com as areias que possuem alta reflectância espectral.

- praias: as praias aparecem em branco e textura lisa, sendo algumas vezes confundidas com os mangues.

- área\_de\_mangues: ocorrem em tonalidades de cinza clara a branca e textura lisa, diferencia-se das praias por aparecerem na beira dos rios e das baías.

- sedimentos\_arenosos\_de\_origem\_marinha: ocorrem em três fases: fase antiga, a tonalidade dos pixels é alternada pelo branco, cinza e cinza escuro, talvez pela presença de cordões litorâneos, e textura grosseira; nos da fase intermediária

ria predominam a tonalidade cinza clara e textura média; os da fase recente sō ocorreram na ilha do Superagũĩ, margeando uma área de praias, em tonalidades cinza e cinza escura e textura média a quase lisa.

- sedimentos areno-siltico argilosos de baía: com tonalidades variando do cinza ao cinza escura e textura variando da grosseira à média, confundem-se com os sedimentos arenosos de origem marinha da fase antiga, todavia sō com o auxílio das cartas geológicas puderam ser assim definidos.

- cordões litorâneos: aparecem em faixas com tonalidades cinza claras e brancas, todavia sō difíceis de serem definidos e delimitados justamente pela resolução das imagens Landsat, pois confundem-se com os sedimentos arenosos de origem marinha da fase antiga.

Na região das baías os baixios arenosos ou bancos apareceram em maior proporção que os da carta da DSG, o que é óbvio, pois como já foi mencionado, a sua diferença para a imagem Landsat é de 10 anos, que numa área de intensa sedimentação, sō poderão ter aumentado.

Os sedimentos acumulados na baía vem de duas áreas: dos rios que nascem na Serra do Mar e desaguam nas baías, sendo redistribuídos pelas correntes de maré e os sedimentos marinhos trazidos pelas correntes de maré.

É importante que na região da Serra, as matas sejam preservadas, pois o desmatamento das vertentes contribui para

a aceleração da colmatação das baías, afetando sua navegabilidade.

O uso das imagens Landsat através de métodos fotogramétricos convencionais é perfeitamente viável e deve ser usado na restituição das áreas por ela abrangidas, como fonte de estudo e comparação com os demais sensores, propiciando pesquisas como por exemplo: mapeamento de áreas poluídas, de áreas desmatadas, etc., ou mesmo utilizando-se dados periódicos das imagens Landsat para acompanhamento da sedimentação de uma determinada região, ou para avaliação e monitoramento de desmatamento, etc.

## NOTAS DE REFERÊNCIA

- | 1| KONECNY, G. How the analytical plotter works and differs from analog plotter. In: ANALYTICAL PLOTTER SYMPOSIUM AND WORKSHOP, Reston, 1980. Proceedings Analytical Plotter. Falls Church, American Society of Photogrammetry, 1980. p. 39-40.
- | 2| Ibid, p. 64.
- | 3| MANUAL de manejo; sistema analítico de restitution. s. l., Zeiss, S. d. p. 3/1 - 3/7.
- | 4| USER'S manual; graphics terminal. S. l., Hewlett Packard, s. d. p. 1/2 - 1/3.
- | 5| OPERATING instructions; DZ7 digital tracing table. s. l., Zeiss, s. d. p. 3-14.
- | 6| Ibid, p. 60.
- | 7| SISTEMAS Zeiss para tratamento de dados. Revista Brasileira de Cartografia, (31):17-26, dezembro 1981.
- | 8| Ibid, p. 23-4.
- | 9| GARCIA, G. J. Sensoriamento remoto. São Paulo. Nobel, 1982. p. 137-9.
- | 10| INPE: Curso de treinamento; aplicações de sensoriamento remoto, com ênfase em imagens Landsat, no levantamento de recursos naturais. São José dos Campos, 1980. p. I. 7.
- | 11| BAHR, H. P. & DENNERT-MÖLLER, E. Tidal land mapping from Landsat. Hannover, 1978. p. 4.
- | 12| INPE. p. I. 19 - I. 20.
- | 13| INPE. p. I. 6.
- | 14| BAHR & DENNERT. p. 4.
- | 15| AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. Manual of Photogrammetry. Falls Church, 1980. p. 48.
- | 16| MANUAL de manejo. p. 51-1088.
- | 17| INPE. p. I. 15.

- |18|        MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba, UFPR, 1965. p. 88.
- |19|        Ibid, p. 296-303.
- |20|        BIGARELLA, J. J. et. alii. A Serra do Mar a a porção oriental do Estado do Paraná. Curitiba, Secretaria de Estado do Planejamento, 1978. p. 12-241.
- |21|        PIANARO, A. Estudo hidrodinâmico da bacia do rio Tagaçaba, município de Guaraqueçaba-PR. São Paulo, 1981. p. 25-34. Tese, Mestrado. Universidade de São Paulo.
- |22|        BIGARELLA, J. J. et. alii., p. 3.
- |23|        BIGARELLA, J. J. et. alii., p. 125-70.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- | 1| AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. Manual of photogrammetry. Falls Church, 1980. 1056 p.
- | 2| ———. Manual of remote sensing. Falls Church, 1975. 2114 p.
- | 3| AVERY, T. E. Interpretation of aerial photographs. Minneapolis, Burgess, 1968. 324 p.
- | 4| BAHR, H. P. & DENNERT-MÖLLER, e. Tidal land mapping from Landsat. Hannover, 1978. 14 p.
- | 5| BIGARELLA, J. J. et. alii. A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná. Curitiba, Secretaria de Estado do Planejamento, 1978. 248 p.
- | 6| GARCIA, G. J. Sensoriamento remoto. São Paulo, Nobel, 1982. 357 p.
- | 7| HOBBIE, D. C-100 Planicomp, the analytical stereoplotting system from Carl Zeiss. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Virginia, XLIII (11) : 1377-90, November 1978.
- | 8| INPE. Curso de treinamento: aplicações de sensoriamento remoto, com ênfase em imagens Landsat, no levantamento de recursos naturais. São José dos Campos, 1980. 358 p.
- | 9| KONECNY, G. How the analytical plotter works and differs from analog plotter. In: ANALYTICAL PLOTTER SYMPOSIUM AND WORKSHOP, Reston, 1980. Proceedings Analytical Plotter. Falls Church, American Society of Photogrammetry, 1980. p. 30-75.
- | 10| MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba, UFPR, 1965. 350 p.
- | 11| MANUAL de manejo; sistema analítico de restitucion. s. l., Zeiss, s. d. 112 p.
- | 12| MARCHETTI, D. & GARCIA, G. Princípios de fotogrametria e foteointerpretação. São Paulo, Nobel, 1977. 256 p.
- | 13| OPERATING instructions; DZ7 digital tracing table. s. l., Zeiss, s. d. 64 p.

- |14| PIANARO, A. Estudo hidrodinâmico da bacia do rio Ta-  
gaçaba, município de Guaraqueçaba-PR. São Paulo ,  
1981. 135 p. Tese, Mestrado. Universidade de São  
Paulo.
- |15| SISTEMAS Zeiss para tratamento de dados. Revista Bra-  
sileira de Cartografia, (31): 17-26, dezembro 1981.
- |16| USER'S manual graphics terminal. s. l., Hewlett Pac-  
kard, s. d. 52 p.



# RESTITUIÇÃO / INTERPRETAÇÃO DOS SEDIMENTOS DO LITORAL NORTE DO ESTADO DO PARANÁ



ESCALA 1:100.000

**CONVENÇÕES LITOLÓGICAS**

3001  
Pontas de controle de terreno em coordenadas UTM

Limites nítidos entre os unidades

Atuais

Águas em circulação (rios e mar)

**CONVENÇÕES GEOLÓGICAS**

**QUATERNÁRIO**

Qb  
Sedimentos arenoso-siltoso-argilosos

**QUATERNÁRIO**

Qm1  
Qm2  
Qc  
Sedimentos arenosos de origem marinha indiferenciados

Faixa recente Qm3  
Faixa intermediária Qm2  
Faixa antiga Qm1

**PRÉ-CAMBRIANO**

pEM  
Migmatitos

**CONVENÇÕES MORFOLÓGICAS**

**QUATERNÁRIO**

Qm  
Qp  
Qc  
Zonas de cordões litorâneos

Mapa elaborado através do Plancomp (Zeux) com imagens aéreas (1975) nos canais 6 (limite terra / água) e 7 (geologia). Morfologia a 1:100.000. Tese de mestrado em Ciências Geodésicas SONY CORTESE CANEPARO (1983) UFPR